

UNIVERSITÉ DE BORDEAUX

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

1924-1925 — N° 106

L'Acide cyanhydrique

Son emploi comme agent de dératisation
et de désinsectisation à bord des navires

Étude expérimentale et critique

THÈSE POUR LE DOCTORAT EN MÉDECINE

présentée et soutenue publiquement le Lundi 20 Juillet 1925

PAR

Albert-Jean LUCAS

ÉLÈVE DU SERVICE DE SANTÉ DE LA MARINE

Certificat d'étude supérieure de Zoologie appliquée

Certificat d'étude supérieure de Botanique appliquée

Né à LORIENT (Morbihan), le 13 Février 1903

Examineurs de la Thèse	{	MM. MANDOUL, professeur.....	} <i>Président.</i>	
		DUPOUY, professeur....		} <i>Juges.</i>
		DELAUNAY, agrégé.....		
		R. SIGALAS, agrégé.....		

BORDEAUX

LES IMPRIMERIES SIRAUDEAU

80 bis, Cours de l'Argonne

1925



Digitized by the Internet Archive
in 2026

UNIVERSITÉ DE BORDEAUX

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

1924-1925 — N° 106

L'Acide cyanhydrique

Son emploi comme agent de dératisation
et de désinsectisation à bord des navires

Étude expérimentale et critique

THÈSE POUR LE DOCTORAT EN MÉDECINE

présentée et soutenue publiquement le Lundi 20 Juillet 1925

PAR

Albert-Jean LUCAS

Certificat d'étude supérieure de Zoologie appliquée
Certificat d'étude supérieure de Botanique appliquée
Né à LORIENT (Morbihan), le 13 Février 1903

Examineurs de la Thèse	{	MM. MANDOUL, professeur.....	{	<i>Président.</i>
		DUPOUY, professeur.....		<i>Juges.</i>
		DELAUNAY, agrégé.....		
		R. SIGALAS, agrégé.....		

BORDEAUX

LES IMPRIMERIES SIRAUDEAU

80 bis, Cours de l'Argonne

1925

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE BORDEAUX

M. SIGALAS..... Doyen.

PROFESSEURS HONORAIRES :

MM. LANELONGUE, BADAL, PITRES, ARNOZAN, POUSSON.

PROFESSEURS :

MM.		MM.		
Clinique médicale.....	{	VERGER.	Zoologie et parasitologie	MANDOUL.
		CASSET.	Médecine expérimentale.....	FERRÉ.
Clinique chirurgicale.....	{	CHAVANNAZ.	Clinique ophtalmologique.....	LAGRANGE.
		BÉGOUIN.	Clinique chirurgicale infantile et orthopédie.	ROCHER.
Pathologie et thérapeutique générales.....	{	CRUCHET.	Clinique gynécolog que	GUYOT.
Clinique d'accouchements		RIVIÈRE.	Clinique médicale des maladies des enfants..	MOUSSOUS.
Anatomie pathologique et microscopie clinique		SABRAZÉS.	Chimie biologique et médicale.	DENIGES.
Anatomie		PICQUÉ.	Physique pharmaceutique	SIGALAS.
Anatomie générale et histologie		G. DUBREUIL.	Médec. coloniale et clinique des malad. exotiques	LE DANTEC.
Physiologie		PACHON.	Clinique des maladies cutanées et syphilitiques.	W. DUBREUILH.
Hygiène.....		AUCHÉ.	Clinique des maladies des voies urinaires ..	DUVERGEY.
Médecine légale et déontologie.		LANDE.	Clinique des maladies nerveuses et mentales.	ABADIE.
Physique biologique et clin. d'électric. médicale.		N.	Clinique d'oto-rhino-laryngologie	MOURE.
Chimie.....		CHELLE.	Toxicologie et hygiène appliquée	BARTHE.
Botanique et matière médicale.		BEILLE.	Hydrologie thérapeutique et climatologie...	SELLIER.
Pharmacie.....		DUPOUY.		

MM. PRINCETEAU (Anatomie). — LABAT (Pharmacie)
CARLES (Thérapeutique et Pharmacologie). — PETGES (Vénéréologie).

AGRÉGÉS EN SERVICE :

	MM.		MM.
Anatomie et embryologie.....	VILLEMIN	Médecine générale.....	MICHELEAU
Histologie.....	LACOSTE.		BONNIN.
Physiologie.....	DELAUNAY.	Maladies mentales.....	PERRENS.
Anatomie pathologique.....	MURATET.		PAPIN.
Parasitologie et sciences naturelles.....	R. SIGALAS.	Chirurgie générale.....	JEANNENEY.
	N.		N.
Physique biologique et médicale.	RÉCHOU.		N.
Chimie biologique et médicale.	N.	Obstétrique.....	PÉRY.
	MAURIAC.		FAUGÈRE.
Médecine générale.....	LEURET.	Ophthalmologie.....	TEULIÈRES.
	DUPÉRIÉ.	Oto-rhino-laryngologie.....	PORTMANN.
	GREYX	Pharmacie.....	GOLSE.

COURS COMPLÉMENTAIRES

	MM.		MM.
Clinique dentaire.....	CAVALIÉ.	Puériculture.....	ANDÉRODIAS
Médecine opératoire.....	PAPIN.	Démonstrations et Préparations pharmaceutiques	LABAT.
Accouchements.....	FAUGÈRE.	Chimie pharmaceutique.....	GOLSE.
Ophtalmologie.....	CABANNES.	Chimie minérale.....	GOLSE.
Orthopédie chez l'adulte, pour les accidentés du travail, les mutilés de guerre et les infirmes.			
Pathologie externe (4 ^e année) et petite chirurgie.....			ROCHER.
Pathologie externe (3 ^e année) et petite chirurgie.....			CHARRIER.
Cours complémentaire annexe. — Prothèse et rééducation professionnelle.....			LOUBAT.
			GOURDON.

Par délibération du 5 août 1879, la Faculté a arrêté que les opinions émises dans les Thèses qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle entend ne leur donner ni approbation ni improbation,



A MON PÈRE

A MA MÈRE

A MES SŒURS

A MONSIEUR LE MÉDECIN GÉNÉRAL BARTHÉLEMY

Directeur de l'École principale du Service de Santé de la Marine

Commandeur de la Légion d'honneur

Officier de l'Instruction publique

A MONSIEUR LE MÉDECIN EN CHEF FOURGOUS

Sous-Directeur de l'École principale du Service de Santé de la Marine

Officier de la Légion d'honneur

A MONSIEUR LE MÉDECIN DE 1^{re} CLASSE GUAY

Professeur à l'École principale du Service de Santé de la Marine

Chevalier de la Légion d'honneur

A MONSIEUR LE DOCTEUR R. SIGALAS

*Professeur agrégé à la Faculté de Médecine et de Pharmacie,
Chef des Travaux de Zoologie et de Parasitologie,
Directeur de la Station biologique d'Arcachon,
Croix de guerre.*

A MON PRÉSIDENT DE THÈSE

MONSIEUR LE PROFESSEUR H. MANDOUL

*Professeur de Zoologie et de Parasitologie
à la Faculté de Médecine de Bordeaux,*

Docteur ès sciences,

Officier de l'Instruction publique.

L'ACIDE CYANHYDRIQUE

SON EMPLOI COMME AGENT DE DÉRATISATION ET DE DÉINSECTISATION A BORD DES NAVIRES

Etude expérimentale et critique

INTRODUCTION

En 1912, la Convention sanitaire internationale, siégeant à Paris, émettait le vœu que tout navire subisse, au moins tous les six mois, une désinfection. Ce n'était pas là chose nouvelle, et depuis longtemps déjà cette opération se pratiquait à bord des navires, lorsque la nécessité s'en imposait. Il appartenait aux Etats-Unis d'Amérique d'en faire l'application systématique. Partout ailleurs, on est encore loin, très loin du but poursuivi. Et cela tient, sans doute, aux difficultés que rencontre une désinfection dans le domaine maritime. Exposons immédiatement quelles sont les conditions optimales pour la réalisation d'une désinfection parfaite.

Dans un local hermétique, entièrement vide, virus et porteurs de germes sont enfermés; seul un orifice permet d'y faire pénétrer une substance qui atteindra tous les animaux, les tuera et détruira jusqu'au dernier germe.

A bord, les conditions sont tout autres : le désinfectant cherche l'ennemi pour ainsi dire au fond d'un labyrinthe. Cloisonnement et aération sont le nœud de la question : il appartient au Génie maritime de la résoudre. Ce sont ces deux points que

mettait en valeur, dans une étude générale, traitée en connaissance de cause, le docteur Degoul, médecin de la Marine.

Dans son domaine, le médecin recherche un désinfectant idéal : tellement diffusible qu'il pare aux imperfections du local, d'une toxicité telle qu'il détruise tous les « hôtes indésirables » du navire. En fait, ce doit être à la fois et un parasiticide et un désinfectant. A qui, en effet, doit-il s'attaquer :

I. Aux rats, ces « réservoirs de virus », et ils sont légions.

II. Aux puces, véhicules des microbes, du bacille pesteux en particulier.

III. Aux blattes, aux cancrelats, aux punaises, toute une faune dont l'énumération serait fastidieuse.

IV. A tous les germes, enfin, qui peuplent, innombrables, l'atmosphère des cales, et leurs poussières.

Dans de telles conditions, les désinfectants gazeux étaient seuls utilisables : trois d'entre eux se disputent aujourd'hui les faveurs de l'hygiène maritime : l'anhydride sulfureux, la chloropicrine, l'acide cyanhydrique.

Monsieur le professeur Mandoul, que passionnent toutes ces questions d'hygiène maritime, me proposa l'étude de ce dernier : aucun autre ne peut se targuer d'avoir soulevé des polémiques aussi violentes : nul n'a eu de défenseurs plus éloquents et de détracteurs plus acharnés. Et je ne prétends pas donner ici sa solution au problème de l'acide cyanhydrique : trop de compétences, déjà, s'y sont heurtées. Je me suis attaché seulement à l'étude expérimentale de quelques points particuliers.

Dès le début de ce travail, qu'il me soit permis d'exprimer à Monsieur le professeur Mandoul toute ma gratitude respectueuse pour l'intérêt qu'il n'a cessé de me témoigner; dont il me donne une dernière marque en acceptant la présidence de cette thèse.

Monsieur le professeur agrégé R. Sigalas a su être pour moi, pendant deux années passées au laboratoire de parasitologie un guide éclairé toujours bienveillant.

Et je ne manifesterai ici que très imparfaitement ce que je dois à Monsieur le professeur Chelle, « l'homme de France qui

connaît le mieux l'acide cyanhydrique » : sa haute compétence a grandement facilité mes premiers pas, si incertains au début de cette étude expérimentale.

Je dois aussi toute ma reconnaissance à Messieurs les professeurs Dupouy et Lande : chaque fois que je leur demandai conseil, ils me donnèrent avec la plus grande bonté, l'appui de leur science.

Qu'ils accueillent l'hommage de cette thèse.

PREMIÈRE PARTIE

Etat actuel de la question

I. — HISTORIQUE

Car l'acide cyanhydrique a une histoire : courte et pleine de vicissitudes, mais le bilan est magnifique : le nouveau désinfectant s'est acquis en quelques années une célébrité mondiale.

Sous forme de fumigant, c'est Cornillet qui, le premier, l'employa, en 1886, pour la désinfection des vergers : né en Californie, il devient rapidement d'un usage courant dans toutes les plantations du pays; tous les Etats suivant l'exemple, en 1915, son emploi aux Etats-Unis s'est généralisé. Dans de telles conditions, pareille mode ne devait pas tarder à sévir dans la marine : en 1910, les règlements quarentenaires l'autorisaient : les premiers essais furent faits à la Nouvelle-Orléans : des bâtiments, revenant de pays où la peste est endémique, servent de terrain d'expérience : il y a bien quelques accidents, voire quelques cas mortels, car l'acide cyanhydrique, entre des mains inexpertes, ne laisse pas d'être dangereux ; mais, en Amérique, on n'en est pas à cela près. Les expériences se multiplient : quelques désastres, mais, reconnaissons-le, de très beaux succès. Du coup, l'Amérique du Nord brûle pour l'acide cyanhydrique, d'une passion toute méridionale. En son honneur une symphonie de louanges s'élève dans les colonnes du « *Public Health Reports* ». Peu à peu, sous l'influence de nombreux auteurs : Beddoe, Creel, Grubbs, Roberts, Robertson, Simpson, l'emploi de l'acide cyanhydrique dans les désinfections de bâtiments va se trouver réglementé d'une ma-

nière qui laissera fort peu d'initiative aux officiers du corps de santé naval des Etats-Unis d'Amérique. Aux désinfections, la méthode Taylor est largement appliquée. Le soufre dédaigné, est utilisé très rarement pour des désinfections d'ordre secondaire : du 30 juin 1921 au 30 juin 1922, en un an, 1425 navires ont été fumigés dans le port de New-York : 1347 à l'acide cyanhydrique seul, 10 à l'anhydride sulfureux seul, 68 enfin par l'emploi simultané des deux gaz, suivant les compartiments.

Enfin, le gros succès scientifique, c'est l'acide cyanhydrique liquide. Doit-on à sa manipulation très dangereuse le fait qu'il ne s'est pas généralisé ? A dire vrai, les Etats-Unis n'en ont pas la primeur, et c'est en Afrique du Sud qu'il fut employé pour la première fois.

Cet acide cyanhydrique a même été l'occasion de quelques coups d'épingle à la courtoisie des rapports internationaux. Pendant quelque temps, tout navire suspect, naviguant dans les eaux américaines, se voyait contraint de subir la désinfection par l'acide cyanhydrique, quelle que fût sa nationalité.

Pareil état de choses a cessé, tout au moins pour les navires français. Grâce à l'initiative de M. Ribot, directeur du Service sanitaire de Marseille, les désinfections faites dans ce port sont considérées comme valables aux Etats-Unis.

Ainsi, l'Amérique, qui bat bien des records, s'assure, si j'ose dire, le record de l'acide cyanhydrique : records des désinfections, records aussi des accidents, naturellement. C'est seulement les temps derniers que cet engouement paraît s'être un peu calmé. Les archives de médecine navale américaine publiaient dernièrement une note où il est recommandé de ne pas oublier que « si l'acide cyanhydrique est de beaucoup le désinfectant le plus puissant, son emploi ne va pas *sans quelque danger* ». Ils conseillent l'emploi du mélange acide cyanhydrique-chlorure de cyanogène. « Gaz lacrymogène, aussi toxique pour les animaux, mais sans danger pour l'homme », ce mélange gazeux représente à leur avis le « désinfectant de l'avenir ».

La contagion avait depuis longtemps gagné le Mexique, ainsi qu'en témoignent les articles de Lopez (1903), lorsque l'acide cyanhydrique traverse les mers. On m'excusera d'introduire ici le terrain des nationalités, qui n'y trouve place que pour une plus grande clarté d'exposition.

En Europe, on va l'expérimenter un peu partout. En Hollande, de nombreuses désinfections sont essayées, à terre d'abord, puis à bord des bâtiments. Des articles de Saltet, Aldershoff, Lubsen et Wolff concluent à sa très grande utilité, sous réserve de n'employer à son maniement que des équipes de techniciens. Plus récemment, un certain nombre d'essais ont été faits à Rotterdam (1922) pour l'emploi d'un dérivé de l'acide cyanhydrique, le cyclon. Ils ne paraissent pas avoir donné des résultats très enthousiasmants. On revint donc à l'acide cyanhydrique, avec beaucoup de précautions : Van der Maël insiste sur ce point en 1923. La plupart des articles sur la matière ont été publiés dans le *Tijdschrift voor Geneeskunde* et le *Tijdschrift voor Hygiene*.

L'Allemagne, d'abord, le rejette : à la suite des travaux de Heijmann, on le considère comme un désinfectant de nulle valeur. Mais un revirement d'opinion se produit, sous l'influence des travaux de l'Autrichien Bail, publiés dans le *Gesundsheit Ingenieur*, en 1919. Heijmann avait employé une mauvaise technique. Aussitôt, enthousiasme : on désinfecte tout à l'acide cyanhydrique. Les « Kammerjäger » — tueurs de rats — ont cyanure et acide dans leurs poches, et tuent, avec les rats, les habitants. Le gouvernement s'inquiète et en réglemente l'emploi : en janvier 1919 paraissent des décrets, complétés par les circulaires du 7 février et du 2 mai 1919.

Désormais, l'armée seule et quelques compagnies sont autorisées à manier l'acide cyanhydrique : ce sont la « D. Gold und Silberheideanstalt », la « Tasch », la « Degesch ». Les accidents continuant, cependant, des recherches sont entreprises pour essayer d'y mettre un terme : Lehmann, Kœlsch et Seiffert demandent une surveillance extrêmement sévère pendant les désinfections; désormais, on ne l'utilise plus à l'état pur, mais

soit sous forme de cyclon, soit associé à des gaz d'odeur infecte : ventox, gaz moutarde, etc. En Suisse, Hetsch recommande la neutralisation après désinfection : le lait de chaux lui paraît un bon procédé.

Suède et Norvège adoptent l'acide cyanhydrique; de nombreux travaux sont présentés par Wawrinsky aux séances de l'Office international d'hygiène publique. Comme en Allemagne, le décret royal du 10 octobre 1919, les règlements du 19 décembre 1919, spécifient dans quelles conditions il devra être employé.

En Pologne, il est surtout utilisé pour la désinfection des wagons de chemins de fer ou des bâtiments publics.

En Italie, il reçoit un accueil particulièrement favorable. Depuis longtemps déjà, les Italiens étaient très documentés sur toutes les questions ayant trait à l'acide cyanhydrique : Ganasini avait publié de nombreuses recherches toxicologiques. Dans l'*Igiene Moderna*, dans les *Annali d'Igiene*, dans le *Policlinico Sezo Pratica* paraissent les articles d'Alessandrini, de Filippini, de Golini, de Piras, de Pepeu. Marini s'élève contre l'interprétation donnée à l'une de ses publications : deux cas de mort, survenus à Fiume, avaient épouvanté la presse; il note l'imprudence particulière de ceux qui avaient pénétré dans une zone strictement interdite. Il nous faut dire maintenant que le nom de Lutrario fait autorité en Italie; avec de nombreux aides de laboratoire, il poursuit simultanément les recherches de biologie et de chimie; Almasio cherche à mettre au point, à l'Office d'hygiène de Turin, l'importante question des cyanures; c'est ainsi que Lutrario arrive à définir de façon remarquable la technique d'emploi de l'acide cyanhydrique pour les fumigations. Il décrit un appareil qui doit donner, dit-il, un rendement maximum : appareil industriel, très facilement réalisable. Aux sessions d'avril-mai 1920, d'octobre 1920, d'avril-mai 1921, il présente ses travaux à l'Office international d'hygiène publique.

Les conclusions très favorables des hygiénistes italiens devaient contribuer beaucoup au succès du nouveau désinfectant; comme l'établit Piras, c'est le grand fumigant des ports italiens dès 1920 et 1921.

Les Anglais ne l'adoptèrent que tardivement. Pour la première fois, en 1922, il fut employé pour la désinfection des navires. Cependant, la question avait déjà préoccupé les auteurs, et Sir Admiral Robert Hill considère que l'acide cyanhydrique est susceptible de trouver des indications en hygiène maritime. Ses travaux datent de 1921. Si l'Angleterre y est réfractaire, c'est que le nombre des accidents l'a tout d'abord frappée. Cependant, les compagnies en rapport avec l'Amérique font décider l'étude du nouveau désinfectant : Stock et Monier-Williams, délégués, concluent que ce toxique n'est pas sans valeur, et puis, argument décisif, l'acide cyanhydrique ne coûte pas cher. Les conditions commerciales frappent immédiatement tout esprit bien britannique.

Peut-être la métropole n'ignorait-elle plus les travaux du colonel Gley Liston, qui, à Bombay, en pleins foyers de peste, et, si l'on peut dire, sur le terrain des débats, s'attachait à perfectionner les appareils et la technique, et avait obtenu, dès 1919, de sérieux résultats. Il adapte, en somme, à l'acide cyanhydrique l'appareil Clayton. Le docteur Degoul dit textuellement : « Nous ignorons les raisons pour lesquelles, pendant ces dernières années, on en est resté à des procédés beaucoup moins perfectionnés et paraissant offrir une moins grande sécurité. » Cet appareil permet, en effet, des désinfections rapides dans des locaux d'un très fort cubage, et, avec un minimum de risques pour l'opérateur, le contrôle du taux « acide cyanhydrique-air » dans l'espace à désinfecter.

Au Cap, depuis longtemps, il est utilisé. Successivement paraissent :

Un arrêté du Conseil municipal de Johannesburg concernant la pratique des désinfections par l'acide cyanhydrique en matière commerciale;

Un mode d'emploi pour la désinfection des navires (Autorité sanitaire du Cap, 1918).

C'est aussi dans l'Afrique anglaise du Sud que fut utilisé pour la première fois l'acide cyanhydrique liquide.

En Australie, l'autorité sanitaire le prescrit en 1917 pour la désinfection des replants et des objets d'emballage.

En Espagne, on l'essaie d'abord pour la désinfection des vergers. Grima construit un appareil remarquable. Roca découvre une méthode simple de neutralisation de l'acide cyanhydrique. Non seulement simple, mais rapide et peu coûteuse, elle écarte tous les dangers qu'offre ce toxique en remplaçant l'atmosphère cyanhydrique par une atmosphère formolée. Cette méthode complète par une désinfection l'action parasiticide de l'acide cyanhydrique.

Souto Beavis publie une série de travaux : dans ses expériences, il utilise l'appareil de Grima; il met en valeur la méthode de Roca. Ses conclusions sont toutes à l'éloge de l'acide cyanhydrique et, pour mieux faire percevoir son sentiment sur la chose, il établit cette heureuse comparaison : une arme à feu, si vous ne savez pas vous en servir, peut être dangereuse pour vous-même; mais si vous savez l'utiliser, son utilité paraît évidente; ainsi l'acide cyanhydrique est dangereux, certes; confié à des manipulateurs entraînés, il pourra rendre les plus grands services. Il nous faut avouer que l'opinion de Souto Beavis est d'un certain poids.

Cependant, la France seule s'isole. Le sujet, pourtant, depuis le début du siècle, occupe les hygiénistes du monde entier; ce qui épouvante Rechid-Kayal, qui en fait dans sa thèse une étude très rapide (Paris, 1902), c'est son inflammabilité. En 1919, Bertrand et M^{me} Rosenblatt pensent que l'acide cyanhydrique ne tue pas, mais endort seulement les rats. En 1922, le docteur Grégoire (Thèse de Paris, 1922) rejette son emploi à cause de l'appareillage compliqué qu'il nécessite !!!

La question devait cependant être soulevée devant le Conseil supérieur d'hygiène de France, qui délègue M. Bonjean pour expérimentation. On conçoit aisément qu'une idée débarquée d'Amérique ait pu, dès l'abord, lui paraître suspecte : deux expériences sont donc tentées à Marseille : la première à bord du navire *Arcturus*, la seconde à bord du *Circassie*. La première donne des résultats satisfaisants, la deuxième aboutit à un échec : désinfection presque nulle, intoxication de l'homme placé à l'appareil. Les conclusions de Bonjean, adoptées par le

Conseil supérieur d'hygiène publique de France, sont les suivantes :

« Nous devons éviter, en France, les cruelles déceptions qu'entraîne certainement l'emploi de l'acide cyanhydrique pour la destruction des rats et des insectes. Cette pratique, extrêmement dangereuse, serait plus nuisible qu'utile à la défense de la cause sanitaire. »

On ne peut cependant s'empêcher d'être frappé par la rapidité de conclusions peut-être un peu téméraires, basées sur deux expériences seulement. Le docteur Degoul dit, à propos de la désinfection du *Circassie* : « Cet appareil n'était pas fait *a priori* pour inspirer une bien grande confiance. » On lit dans le rapport de Bonjean qu'il a « vu se dégager sous le nez de l'opérateur un important nuage d'acide cyanhydrique et de vapeur d'eau qui, d'ailleurs, a pu être photographié ». Il semble bien qu'on ne puisse pas voir l'acide cyanhydrique, mais il est peu douteux que lorsque la vapeur d'eau s'échappe d'un appareil, l'acide cyanhydrique, très diffusible, n'en puisse sortir, entraîné d'ailleurs par la vapeur d'eau.

Une désinfection devient, dans de telles conditions, difficile, l'acide cyanhydrique n'arrivant qu'en proportions infimes dans le local à désinfecter.

Des deux écoles, laquelle a tort et la vérité n'est-elle pas dans une juste moyenne ? Les défauts graves ne sont-ils pas compensés par de très réelles qualités qu'on ne retrouve nulle part ailleurs ?

Entre la passion juvénile des Américains et le mépris français, ne peut-on trouver à l'acide cyanhydrique une place à laquelle sa réelle valeur lui donne droit ?

II. — APERÇUS PHYSICO - CHIMIQUES SUR L'ACIDE CYANHYDRIQUE.

Il conviendrait maintenant que nous décrivions l'acide cyanhydrique au point de vue physique et chimique : *tout au moins dans les rapports que ses qualités peuvent présenter avec la désinfection.* L'acide cyanhydrique, que les chimistes désignent HCN ou HCy, se présente dans les conditions normales de température et de pression à l'état gazeux; gaz incolore, il dégage a des concentrations minimès une odeur caractéristique d'amande amère; cette odeur ne varie pas de manière perceptible à nos sens avec la concentration d'HCN dans l'atmosphère; *on ne peut donc distinguer l'atmosphère sans danger de l'atmosphère toxique.*

Qualités physiques.

L'air étant pris pour unité, il a une densité de 0,6969 en Espagne, de 0,95 en Amérique ! D'après la loi d'Avogadro, elle est comprise entre 0,931 et 0,937. Acide très faible, puisque l'acide carbonique même le déplace. Par compression, puis détente, on peut le liquéfier; la température critique est de 26 degrés 5; c'est dire qu'au delà son emploi devient très dangereux. Il présente pour l'eau et les liquides une grosse affinité : il se fixe sur les corps poreux. Il se dégage ensuite lentement; ce dégagement est accentué sous l'influence de la chaleur. Puis, il brûle avec une flamme violette. Pour Rechid-Kayal, il peut brûler lorsque sa concentration dans l'atmosphère atteint 25 0/0. Souto Beavis a mis la question au point : les concentrations dans les désinfections maritimes varient de 1 à 1,5 0/0. Pour plus de sécurité, il a poussé jusqu'à des concentrations 2 et 2,5 fois plus fortes; il conclut que, dans ces cas, il n'y a jamais à redouter d'explosions.

Procédé général d'obtention.

On fait agir un acide fort sur un cyanure : une solution d'acide sulfurique ou d'acide chlorhydrique, par exemple, tombant sur un cyanure de sodium (1) ou de potassium (2). Ce sont là les seuls acides et les seuls sels habituellement employés. Lutrario recommande l'emploi d'un cyanure de sodium; il y a une raison à cela : pour la même quantité d'HCN, il faudra employer 65 grammes de KCN pour 49 grammes de NaCN. En France, le cyanure commercial est KCN. D'une façon générale, on utilisera l'action d'acide sulfurique pur à 66° Bé. sur du KCN d'un prix de revient de beaucoup inférieur.

Rapports de ses propriétés avec la désinfection.

Pour qu'un désinfectant puisse devenir à bord d'un usage courant il doit se présenter avec les qualités suivantes :

1. Grosse toxicité pour les animaux à atteindre, puces et rats en particulier. Si cette toxicité est très grande, la désinfection sera rapidement terminée. En matière maritime plus que partout ailleurs, le temps représente de l'argent.

2. Son emploi ne doit faire courir à l'homme aucun danger, ou du moins il doit se présenter avec des qualités physiques telles qu'il soit *irrespirable*, et que la fuite seule assure le salut : les gaz lacrymogènes, les gaz d'odeur infecte qui donnent une immédiate impression de suffocation répondent à cela.

3. Pendant la désinfection il ne doit y avoir aucun risque d'explosion.

4. Rien de ce qui se trouve à bord ne doit se détériorer. Il faut envisager :

a) les aliments ;

b) tous les objets autres qui doivent être désinfectés.

(1) Na CN.

(2) KCN.

5. Son prix de revient doit être faible.

Pour l'HCN nous étudierons donc :

a) Sa toxicité sur les animaux. L'étude de la diffusibilité s'y rattache, le gaz devant atteindre le rat ou l'insecte là où il s'est réfugié ;

b) Sa toxicité pour l'homme ;

c) Son action sur les objets : tentures, matelas, aliments, etc... Dans ce paragraphe nous étudierons la pénétrabilité.

d) Sa non-persistance : étude de la densité.

Nous reviendrons sur le prix de revient à propos de son mode d'emploi.

A) ACTION TOXIQUE DE L'ACIDE CYANHYDRIQUE VIS-A-VIS DES ANIMAUX

« Le plus pénétrant, le plus toxique des désinfectants gazeux ». Ainsi s'expriment les règlements quarentenaires des Etats-Unis d'Amérique. L'HCN possède donc au plus haut point cette qualité de toxicité que nous avons demandée, et je n'en veux pour témoignage que ce passage de Bonjean, un de ses ennemis les plus acharnés : « L'HCN tue le protoplasma ; on ne connaît son action pharmaco-dynamique ; il tue tout, même les animaux insensibles aux poisons du sang ».

*a) Action sur les parasites, et plus particulièrement sur les rats
et les puces*

Les auteurs se sont attachés à fixer les quantités d'acide à employer pour la destruction des parasites à bord des navires. Voici d'abord les chiffres donnés par les règlements quarentenaires américains pour mille pieds cubes :

1. Pour les rats : durée de la désinfection : 2 heures, et emploi de 5 onces de Na CN.

2. Pour les puces : 1/2 heure, emploi de 2,5 onces.

3. Pour les punaises : durée ; 1 heure, 5 onces par mille pieds.

Roberts, Robertson et Beddoe affirment, ainsi employé, la grande sécurité qu'il apporte, surtout dans les cas de peste. Creel et Simpson, après étude comparative du soufre et de

l'HCN, montrent que la destruction des rats est beaucoup plus considérable dans le second cas. Gley Liston partage l'opinion des auteurs américains ; il affirme les succès obtenus aux Indes par emploi d'acide cyanhydrique.

Stock et Monier-Williams considèrent ces chiffres comme nécessaires et suffisants pour amener la mort des rats et des insectes. On doit employer par mètre cube :

Pour les moustiques, pendant 15 minutes : 0,40 grammes.

Pour les puces, pendant 15 minutes : 2,52 grammes.

Pour les punaises, pendant 1 heure : 5,00 grammes.

Pour les cafards, pendant 1 heure : 10 grammes.

Pour les poux de corps, pendant 2 heures : 10 grammes.

Ils ajoutent qu'une concentration de 1/2000 d'HCN atmosphérique tue en 10 minutes la plupart des animaux.

Pour Souto-Beavis (expériences faites au Carcel Modelo) à une concentration de 4,025 grammes d'HCN par mètre cube, rats, puces et poux sont tués en une heure.

Lutrario dit que la concentration de 5 grammes d'HCN par mètre cube tue en cinq minutes les rats, les poux et leurs lentes. Argas et ixodes sont pareillement tués, mais leurs larves résistent ; il considère aussi que les puces sont plus résistantes et que, dans de telles conditions, il faut pour les tuer de 5 à 8 minutes. La conclusion pratique de ses derniers travaux est celle-ci : 2,50 grammes de Na CN par mètre cube tuent les puces et les rongeurs en une heure et quarante-cinq minutes.

Hetsch affirme qu'une concentration de 2 0/0, appliquée pendant une heure, tue les rats, les poux et leurs œufs.

Pour Wawrinsky, les puces sont beaucoup plus résistantes que les rats ; le temps d'action, dit-il, a une importance énorme : il faut 12 heures pour tuer punaises et puces en utilisant une atmosphère homogène de 2,50 grammes HCN par mètre cube. Si donc les auteurs s'accordent sur le fait même brutal de la toxicité, ils diffèrent d'opinion sur les doses à employer, plus encore sur le mode d'emploi. La sensibilité des animaux leur apparaît comme beaucoup plus variable encore : pour

Bonjean et les Américains, les puces sont plus sensibles ; pour Lutrario et Wawrinsky, elles le sont beaucoup moins.

Bertrand et Madame Rosenblatt rangent ainsi les corps par ordre de toxicité croissante : éther chloroformé, monochloracétone, chloropicrine, HCN. Mais ils se demandent si HCN, pour eux un des corps les plus toxiques, tue ou endort les animaux.

Stock et Monier-Williams disent : « La sensibilité des diverses espèces animales à l'égard de l'HCN est loin d'être uniforme. Le singe, le lapin et la chèvre résistent mieux que le chat et le rat. Le chien est avec le pou l'animal le plus sensible. Et Flu pense que les puces quittent leur hôte dès le début de la fumigation et se rendent en des endroits où elles sont inaccessibles au gaz. Aussi, dit-il, à propos des mesures de prophylaxie antipesteuse et anticholérique :

« Vous voyez que je considère le danger des puces comme plus grand que celui causé par les rats mêmes. Un rat infesté de peste meurt en quelques jours, tandis qu'une puce infestée qui ne trouve pas de nourriture peut vivre de 5 à 14 jours. Dans le cas où elle trouve du sang à sucer, elle est encore capable, suivant les recherches de Bacot, de transporter la peste 40 jours après l'infection. »

Ainsi, Flu nie l'action de l'HCN sur les puces et met en même temps en valeur les dangers qui en résultent.

Ajoutons que M. le professeur Mandoul entendait plusieurs officiers en service sur les lignes d'Amérique, affirmer que de nombreux rats, après la désinfection par l'HCN, n'étaient pas tués.

Une première question se pose donc : l'HCN tue-t-il bien les rats ?

b) Action bactéricide de l'acide cyanhydrique

Cette question est maintenant tout à fait au point. L'HCN a une action bactéricide nulle, ainsi que l'ont confirmé les travaux de Bruni. Krönig et Paul constatèrent qu'il n'a pas d'action sur les spores de la bactérie charbonneuse. Bail, Lutrario, Fiorito, Golini, Jacoby et Skramlik arrivent aussi à des

résultats négatifs. Cependant, Stocklasa parvient à tuer du *B. subtilis*, du *B. mesentericus*, des moisissures, des germes de l'air par une concentration de 5 0/0 en volume appliquée pendant 10 heures. Teichmann et Nagel, en 24 heures et dans des conditions spéciales, tuent le *S. aureus* et le *B. coli*. Dans leurs conclusions, ils émettent le vœu que des recherches soient entreprises sur d'autres microbes. Bruni s'attache donc à trouver l'action de l'HCN sur le bacille pesteux. Voici un résumé des conclusions qu'il publiait en 1922 dans l'*Igiene moderna* :

La prophylaxie de la peste n'a rien à attendre d'une action désinfectante de l'HCN comme pouvaient le faire espérer les résultats des expériences de Teichmann et Nagel, puisque les concentrations en usage dans les désinfections par l'HCN n'atteignent que 0,15 0/0 dans les dératisations et 0,30 0/0 pour la désinfection, et que ces concentrations sont plus de 20 fois inférieures au maximum dont s'est servi l'auteur dans ses expériences sans qu'il ait pu obtenir quelque résultat.

c) *La diffusibilité de l'acide cyanhydrique*

Cette question se joint à l'étude de la toxicité : c'est par sa diffusibilité, en effet, que le désinfectant va atteindre tout ce qu'il doit détruire. Disons immédiatement que les auteurs ne semblent pas d'accord sur le sujet. Pour beaucoup d'entre eux, la progression dans le milieu se fait très mal, du fait de la densité voisine de celle de l'air : ce sont là les conclusions de Souto-Beavis, après ses expériences, en baie de Vigo, à bord du *Wollourra*. Aussi recommande-t-il, pour homogénéiser l'atmosphère « HCN/air », de toujours faire arriver par en bas l'HCN. Le colonel Gley-Liston partage cet avis; pour lui, un des écueils à éviter dans les désinfections, c'est la formation de poches : la libération d'HCN dans un local où l'air est à la pression normale créerait des zones de concentration très fortes, d'autres de concentration infime. Ce sont là précisément les poches ; aussi recherche-t-il un appareil qui évitera ces inconvénients en absorbant l'air du local, pour y renvoyer un mélange homogène : air/HCN.

Stock et Monier-Williams, dans un récent article, s'expriment ainsi : « La diffusibilité de l'HCN reste peu connue. D'après la loi de Graham, le coefficient en est de 1,05. Son déplacement dans l'air, surtout dans une enceinte hermétique, ne peut donc être que très lent, à moins qu'il ne soit entraîné par des courants de convection. Les quelques prélèvements et analyses faites par les auteurs montrent sa grande irrégularité de distribution. Il a une faible tendance à monter, mais peut très bien s'accumuler dans des poches. Il conviendrait de multiplier les points d'attaque et de provoquer dans les navires la circulation d'air. » Fillipini insiste sur le même point, invoque la nécessité du dosage de l'atmosphère des locaux désinfectés pour s'assurer de son homogénéité.

Cependant, nous trouvons des opinions nettement contradictoires : Lutrario, se basant sur l'expérience, dit que l'atmosphère devient homogène au bout d'une demi-heure. Degoul se base, lui, sur des raisons d'ordre physique : la diffusibilité extrême de l'HCN tient, dit-il, à la forte tension de ses vapeurs : 472 m/m à 13 degrés. De ces faits, ceux-ci sont à rapprocher : le cas cité par Bonjean d'une souris blanche morte intoxiquée, derrière une cloison dite étanche ; celui d'Aldershoff d'un chat tué derrière une cloison ; les accidents nombreux survenus dans des locaux qui paraissent sans danger. Les auteurs insistent sur la surveillance des bâtiments voisins de ceux où l'on désinfecte, même lorsque l'on croit l'étanchéité parfaite (Lubsen, Saltet et Wolff). Rechid Kayal parle enfin de la « pénétrabilité extrême de l'HCN ». Et ne serait-ce pas, en effet, plus justement que diffusibilité, pénétrabilité qu'il faudrait dire ?

B) TOXICITÉ DE L'ACIDE CYANHYDRIQUE POUR L'HOMME

Mais si l'HCN est d'une toxicité extrême pour les animaux, l'homme est encore bien plus susceptible. Bonjean estime que 50 milligrammes, s'ils ne sont pas mortels, sont très redoutables. Lehmann détermine une limite de 0,16 pour mille (en

concentration) qui ne doit pas être dépassée ; « cependant, ajoute-t-il, la concentration couramment employée dans les désinfections est de 1 0/0 à 1,5 0/0. » Kœlsch, dans une étude faite à la fin de 1923, cite des cas d'intoxication dans une atmosphère de 0,10 grammes HCN par mètre cube.

Voyons maintenant les doses que l'homme peut tolérer sans danger. Pour Lutrario, une concentration de 0,024 grammes (pour mille) HCN ne saurait être nocive. Kœlsch et Seiffert pensent que 0,05 grammes par mètre cube peuvent être très longtemps tolérés. Stock et Monier-Williams disent que l'homme supporte pendant une minute et demi une atmosphère à 1 pour 2000, celle-là même qui, en 10 minutes, tue presque tous les animaux.

a) Des divers modes d'intoxication

Il faut distinguer : l'intoxication aigüe, les rechutes sans réintoxication, l'intoxication chronique.

α) L'intoxication aigüe. Effets immédiats et éloignés. — Le sujet soumis à l'atmosphère cyanhydrique s'évanouit et devient cyanotique. Cette perte de connaissance s'accompagne de chute ; elle est suivie de troubles nerveux, contractures musculaires. Puis le sujet tend à l'asphyxie, la mort, enfin, survient, pour la plupart des auteurs, par un phénomène d'inhibition bulbaire. Mais il y a entre la perte de connaissance et la mort une certaine marge. Si l'on s'y prend rapidement, l'intoxiqué, ramené dans une atmosphère pure, peut se remettre « pour ainsi dire sans séquelles ».

L'intoxication n'est donc pas toujours mortelle ; le retour à la santé peut cependant n'être qu'apparent : on cite le cas d'un ouvrier, traité immédiatement à Marseille, qui reprit péniblement ses occupations et succomba quinze jours après, sans que cette mort puisse être attribuée à une cause autre que l'intoxication cyanhydrique. La statistique, du reste, parle

éloquemment : voici les cas mortels que j'ai pu relever dans la littérature :

Cas de morts en 1910 à la Nouvelle-Orléans.

Cas de mort en 1921 à Dresde (*Gesg. Ing.*).

D'après Lehmann :

6 cas mortels dus à des imprudences notoires.

200 cas non mortels, la plupart par imprudence.

28 cas mortels, en employant un personnel entraîné. Tout cela, de novembre 1917 à avril 1920.

4 cas de mort (Pepeu) : deux d'entre eux se sont produits parce que les locaux n'avaient pas été vidés au début de la désinfection.

Marini cite à Trieste 2 cas de mort.

Bourke cite à Londres 1 cas de mort en 1913.

Cohen, un autre au Cap en 1916.

Un cas de Key-Aberg à Stockolm en 1916.

A Sydney, en 1916, un cas de Mac Intosh.

Enfin, un cas de Lambert à New-York en 1919.

Cette liste est assez impressionnante. Il ne faut pas oublier non plus que beaucoup restent ignorés : les accidents immédiatement guéris ne sont pas toujours étalés au grand jour par les compagnies chargées des désinfections.

β) *Les intoxications chroniques.* — Reed, dans le *Journal de Laboratoire et de Clinique médicale de Saint-Louis* (1919) et Rosenbloom (1920) en citent chacun un cas. Koelsch et Seiffert en ont constaté quelques cas dans les usines de dorure et argenture électrolytique. Combien n'y sont pas exposés les ouvriers qui pratiquent constamment la sésinfection des navires et des vergers. Il faudra s'attendre bientôt à voir entrer dans le cadre des maladies professionnelles, surtout en Amérique, les intoxications par HCN.

γ) *Mécanisme de l'intoxication.* — Ce point n'est pas du tout éclairci : comme le dit Bonjean, l'action pharmaco-dynamique

de l'HCN sur l'organisme reste ignorée. Il y a, en fait, deux écoles :

La plupart des auteurs, Beavis en particulier et Lambert, pensent que la mort survient par inhibition bulbaire : ils pensent donc que l'action nerveuse prédomine.

D'autres, dont Marini, pensent qu'on ne peut affirmer l'intoxication cyanhydrique que si le spectre sanguin met en évidence de la cyanhémoglobine. Lewin de Leipzig en 1908 décrivait déjà un spectre sanguin des intoxiqués par l'HCN. Pour eux, c'est donc une intoxication purement sanguine. Mais comment expliquer le fait que l'HCN tue même les animaux insensibles aux poisons du sang. Le professeur Lande reste très sceptique. Après l'injection intrapéritonéale de cyanure, la cyanhémoglobine se met facilement en évidence, mais longtemps après une grosse partie du sang reste oxygénée. Combien le fait sera plus difficile à mettre en valeur dans le cas d'intoxication par inhalation. Le fait est certain pour les ingestions de cyanure, (recherche de l'acide sulfocyanique dans le sang « post mortem » (Pr. Chelle), il reste très douteux en ce qui concerne les morts par inhalation de gaz toxique. La sagacité des chimistes semble devoir trouver là ample matière à s'exercer.

b) Comment on traite un intoxiqué

Tant qu'il y a conservation du réflexe palpébral, dit Beavis, il y a encore une vie. Un sujet intoxiqué doit être ramené immédiatement à l'air : il faut le déshabiller de façon à permettre une respiration aisée : la gymnastique respiratoire, les tractions rythmées de la linge, le massage cardiaque sont alors de mise : certains recommandent l'application de sangsues aux apophyses mastoïdes, si on en a sous la main. Beavis conseille les inhalations d'ammoniaque : il a constaté que les rats placés dans une atmosphère ammoniacale respirent mieux. Aussitôt que l'on cesse de leur en donner ils tendent à l'asphyxie. Pour lui oxygène et ammoniaque sont à la base du traitement. Il se demande si l'ammoniaque agit en neutralisant

l'HCN dans les voies respiratoires, ou par excitation de la pituitaire, et secondairement du bulbe. C'est précisément cette action de l'ammoniaque qui doit faire penser, dit-il à une paralysie bulbaire réflexe. Simultanément on a recommandé les injections de sulfite de soude.

A New-York, on traite par application de courants galvaniques, ou mieux par les injections sous-cutanées de camphre

Barcroft conseille les inhalations d'acide carbonique : Henderson et Haggard disent, que lors de l'emploi de l'HCN on devrait toujours avoir à sa portée des tubes où oxygène et acide carbonique seraient mélangés dans les proportions de 95 0/0 et 5 0/0. Pour Fühner les injections d'hyposulfite de soude à 5 0/0, que l'on peut pousser jusqu'à 100 centicubes, doivent donner de bons résultats.

Melle Bastert, de la Haye, recommandait, enfin, dans toutes les intoxications par l'HCN, l'emploi de vératrine et de digalène.

c) Des moyens mis en œuvre pour éviter les accidents

En présence d'un danger aussi réel, on a cherché un certain nombre de moyens capables de protéger l'homme d'une intoxication.

α) Pendant la désinfection. — Dans de nombreux pays, l'emploi de masques de guerre est ordonné pendant toute la durée de l'opération. Les Hollandais considèrent que c'est un moyen suffisant pour éviter tout risque d'intoxication. Ailleurs, on recommande à l'opérateur d'avoir toujours auprès de lui un animal témoin, souris blanche ou hirondelle ; celle-ci surtout est très sensible à l'action de l'HCN. Lorsque ces animaux présentent des troubles évidents, l'opérateur est averti qu'il ne saurait trouver le salut que dans la fuite.

L'emploi de papiers réactifs a été longtemps très recommandé. En Allemagne, on emploie le papier à l'acétate de

cuivre et de benzidine. Lutrario recommande le papier au gaiac, sensible à une atmosphère à 1/300.000. Le papier picraté est préféré en France. En fait, leur utilité est contestable ; leur sensibilité même fait qu'ils ne sauraient être pour l'homme des indicateurs du danger.

Un des plus grands dangers de l'HCN est son odeur, cette odeur agréable qui ne provoque pas la fuite. Les Allemands, s'adressant à ce défaut, mélangent à l'HCN du ventox ou du gaz moutarde, tous deux gaz d'odeur infecte. L'Allemagne, la Hollande, l'Amérique essaient l'un de ses dérivés, le cyclon, dont l'atmosphère est lacrymogène. Il paraît enfin que l'emploi en Amérique du mélange HCN/chlorure de cyanogène tend à se généraliser ; comme le cyclon, il est lacrymogène, donc irrespirable.

Enfin, la ventilation d'un local désinfecté s'impose ; nous reviendrons bientôt sur ce sujet.

β) *Après la désinfection.* — Des recherches ont été faites pour neutraliser chimiquement l'HCN. Ainsi, les locaux désinfectés deviennent sans danger pour l'homme immédiatement après ce second temps : la neutralisation.

L'ammoniaque forme avec l'HCN un cyanate d'ammoniaque, l'atmosphère devient habitable, mais c'est passer de Charybde en Scylla. Le danger créé par ce cyanate, partout répandu, est plus grand encore que celui de l'HCN. Cette méthode a du être abandonnée.

Hetsch a recommandé l'emploi du lait de chaux, mais il apparaît immédiatement que la méthode, coûteuse d'ailleurs, ne saurait se pratiquer que dans un local vide : à bord des navires, elle devient inutilisable.

Enfin, Roca a trouvé une méthode qu'il nomme de manière un peu barbare : l'alohydrisation. C'est, en fait, l'introduction de vapeurs de formol dans l'atmosphère cyanhydrique. Méthode simple : on chauffe dans un récipient quelconque du formol du commerce, mélangé à deux fois son volume d'eau. Le formol se dégage ; par un contact assez long, l'HCN se

trouve neutralisé par une série de réactions chimiques qui n'ont pas place ici. Toujours est-il que la méthode, expérimentée sur le *Wallowra*, en baie de Vigo, par Beavis et l'auteur, a donné d'excellents résultats.

γ) *Mesures prises par les administrations.* — Nous avons vu que l'Allemagne et la Suède ont réglementé l'emploi de l'HCN. Les règlements quarentenaires américains se sont appliqués à définir les conditions strictes dans lesquelles doivent s'effortuer les désinfections; le paragraphe 179 dit :

« Toutes les parties du bateau seront soumises simultanément à la désinfection, excepté celles qui n'en ont pas besoin à l'avis d'un agent du service de l'Hygiène Publique des Etats-Unis.

» Dans la désinfection des superstructures, l'acide et l'eau seront mélangés après que toutes les ouvertures auront été closes, excepté la sortie pour l'opérateur. Celui-ci introduit à la fin avec la main le cyanure dans l'eau acidifiée et, rapidement, quitte l'appartement, la porte de sortie étant très vite refermée.

» Etant donné le grand danger pour la vie humaine présenté par l'HCN gazeux, des installations spéciales seraient faites pour l'aménagement de l'équipage pendant les travaux de désinfection, surtout si un ou deux compartiments du bateau sont à traiter. Un état écrit devra être obtenu du capitaine ou du premier officier du bateau attestant que celui-ci est prêt pour la désinfection et que chaque membre de l'équipage a été compté comme absent du bateau, ou bien à l'abri du gaz. Des personnes ont été tuées dans un compartiment par du gaz qui s'échappait d'un autre compartiment subissant la désinfection. Les cabines au-dessus du pont devront porter des avis de danger affichés sur les portes après que la désinfection aura été commencée.

» Quand un bateau est désinfecté au moyen de l'HCN, personne ne sera autorisé à pénétrer dans les différents compartiments jusqu'à ce que l'entrée de ceux-ci soit déclarée sans danger par le médecin chargé de la désinfection. Pour ce qui regarde les écoutilles, escaliers de cabines, sabords, il ne devra pas s'écouler moins de 15 minutes avant que quiconque puisse pénétrer dans les superstructures telles que grand salon, cabines, salons, gaillard d'avant, et pas moins d'une heure pour les cales. Ceci est un minimum et pourra être prolongé à la discrétion de l'officier chargé du service.

» Si on ne peut disposer de moyens artificiels de ventilation tels que ventilateurs ou rideaux, on emploierait des toiles à voile pour l'aération des cales. Toutes les ouvertures des écoutilles seront ouvertes. Avant de déclarer sans danger l'entrée des cales, un animal tel que cobaye, rat, chat..., sera exposé à l'atmosphère de ces compartiments, et les effets produits, s'il y en a, seront un guide pour l'estimation de la quantité nocive présente du gaz.

» Après la prise des mesures pour chasser des compartiments l'HCN, l'emploi d'un animal témoin ayant indiqué une dissipation suffisante du gaz, les agents de la désinfection et l'officier lui-même y pénétreront, comme un dernier point avant que l'officier déclare le bateau apte à recevoir le personnel en liaison avec lui.

» La décision portant qu'il est sans danger d'entrer dans les compartiments sera prise par l'officier chargé de la désinfection, et à bord du bateau. Toutefois, pendant le temps compris entre la fermeture des compartiments soumis à la désinfection et le moment fixé pour déclarer l'entrée sans danger, l'officier pourra désigner un employé de confiance ou plusieurs, pour assister à l'ouverture des compartiments, à la surveillance de l'installation des ventilateurs ou des toiles et pour interdire à toute personne l'entrée des compartiments avant l'autorisation de l'officier chargé du service. »

En Italie, il est aussi interdit de pénétrer dans un navire sans emmener un animal témoin. Stock et Monier-Williams mettaient récemment en valeur dans quelles conditions l'emploi de l'HCN pouvait devenir absolument sans danger. les précautions à prendre, disent-ils, sont les suivantes :

« Ne pas désinfecter un navire contre lequel est rangé un autre navire occupé. Interdire le quai pendant l'opération, moins à cause du danger des émanations que pour être certain qu'aucune personne étrangère ne montera sur le navire. Ne laisser subsister qu'une seule passerelle. S'assurer qu'il ne reste personne à l'intérieur : une visite de tous les locaux doit être faite par celui qui dirige la désinfection; pour l'équipage, il faut le faire sortir tout entier par la passerelle et vérifier, le rôle en main, que tout le monde a passé. Les opérateurs doivent être pourvus de masques, soit l'appareil à oxygène, soit le

masque avec substances absorbantes, charbon et granules imprégnés de permanganate de potasse alcalin. Le personnel doit être entraîné au port de ces masques. Le second type suffit pour les opérations qui ont lieu sur le pont; l'appareil est nécessaire pour les personnes qui auront à parcourir l'intérieur du navire. Celles-ci iront par groupes de deux. Des dispositions seront prises pour que l'on puisse, au besoin, les remonter rapidement sur le pont. La désinfection progressera toujours dans le même sens que le vent; l'ouverture des accès vers l'intérieur après l'opération commencera de même par les parties les plus élevées et du côté du vent. Aucune porte n'aura été fermée à clé; on ouvrira du dehors tout ce que l'on pourra atteindre à l'aide de cordes disposées à cet effet. On ne pénétrera pas dans le navire sans lumière. On enverra, dès que l'aération le permettra, le personnel nécessaire pour mettre en marche les ventilateurs; c'est pourquoi la salle des machines, qui n'a pas besoin, en général, de désinfection, sera tenue hermétiquement close pendant l'opération. »

C) ACTION SUR LES ALIMENTS ET SUR LES OBJETS :

L'HCN, GAZ PÉNÉTRANT

« La facilité avec laquelle il pénètre les objets et les aliments, sa solubilité, le rendent très dangereux. » C'est à peu près en ces termes que s'exprime Bonjean dans son rapport. L'HCN se fixe, en effet, sur l'eau, sur les liquides, mais les auteurs ne définissent pas très nettement ce qu'ils entendent par là : il est très vraisemblable qu'il s'agit de tous les corps aqueux ; c'est pour cette raison qu'il est recommandé de boucher hermétiquement tous les flacons et bouteilles au cours des désinfections. C'est sans doute en proportion directe de la quantité d'eau qu'ils contiennent que les aliments absorbent l'HCN ; ils en absorbent d'autant plus qu'ils sont plus poreux. Lutrario a étudié les quantités relatives absorbées par les aliments : les œufs et les fromages en absorbent le plus, la farine très peu. Ces quantités ne varient toujours que dans des proportions infinitésimales, et on n'a jamais signalé d'accident produit par l'ingestion d'aliments ayant subi une désinfection.

Pour les Hollandais, la chose ne serait cependant pas à dédaigner et je n'en veux pour témoignage que cet article de Van der Mael paru en février 1923 dans le *Tijdschrift voor Geneeskunde* :

« On se servit d'un peu plus de 10 grammes de cyanure de sodium par mc. de local, le gaz agissant pendant 16 heures. Après 6 heures d'aération, des échantillons de diverses denrées furent prélevés et examinés ensuite tous les jours, non seulement au moyen du papier réactif, mais par distillation de quantités déterminées avec une solution faible d'acide tartrique et recherche d'HCN dans le produit. Le premier jour, c'est-à-dire le lendemain de l'opération, cette recherche fut positive dans tous les échantillons : panne de porc, graisse de bœuf, malt d'avoine, café en grain, riz, fromage, sucre, sel. Les fromages seuls n'étaient pas emballés ; la proportion d'HCN y était forte, ainsi que dans la panne de porc râclée de tonneaux déjà vidés ; elle l'était dans la panne retirée de tonneaux fermés. Devant ce résultat, les échantillons furent conservés désormais au grand air, étalés sur des plaques. Le jour suivant, la présence d'HCN fut encore constatée dans la panne (râclure : proportion forte), dans le café, dans le riz (douteux), dans le fromage (proportion forte). Le jour suivant, il n'y en eut plus que dans le café (douteux) et le fromage. Le quatrième jour l'examen fut négatif dans tous les échantillons ainsi conservés au grand air. Quant aux denrées restées dans le magasin, quoique les portes et les fenêtres de celui-ci fussent restées ouvertes en permanence, on y pouvait encore déceler la présence d'HCN 5 jours après l'opération, surtout dans celles en balles. On les sortit donc en plein air, par vent fort, et un jour après il ne restait plus trace d'HCN, sauf dans les fromages. L'examen de ceux-ci ne devint négatif que le lendemain. Il a donc fallu environ 8 jours pour les débarrasser entièrement d'HCN.

» Naturellement, les résultats rapportés ne sont pas quantitatifs. Les réactions à l'HCN sont fort sensibles ; la seule indication de celui-ci dans un aliment n'implique donc pas absolument qu'il s'y trouve en proportions nocives. Pourtant, il semble nécessaire de ne pas négliger cette éventualité avant de livrer de nouveau à la consommation un produit désinfecté. »

C'est pour raison même que Laporte conseille d'enlever tous les aliments des locaux à désinfecter, la farine exceptée : celle-ci, en aucun cas, ne saurait être source de danger.

Pareillement, l'HCN se fixe sur tous les corps poreux. Les tissus en absorbent une certaine quantité, la laine en particulier ; on en retrouve dans les tentures après les désinfections prolongées ; de même, les matelas en conservent. Plusieurs cas d'intoxication, produits longtemps après les désinfections, leur ont été attribués : Bail rappelle des morts survenues 12 heures après que le navire avait été déclaré habitable. Rauch cite quelque cas dus à l'utilisation trop rapide de lits ou de couvertures. Pepeu mentionne 2 morts à Trieste, après une ventilation cependant suffisante. L'intoxication serait due pour eux à la mise en liberté d'HCN par la chaleur. C'est en envisageant cela que l'autorité américaine interdit de remettre en service les lits, matelas, canapés ou fauteuils et les tentures avant qu'un battage n'y ait fait disparaître toute odeur d'amande amère. Lutrario conseille de les chauffer, dans la mesure du possible ; la tâche se trouve facilitée, l'HCN s'échappant plus vite.

Ces inconvénients connus, et dans la mesure du possible, évités, Lutrario mettait en valeur aux séances d'octobre 1920 de l'Office international d'Hygiène Publique le fait que l'HCN ne détériore pas les étoffes. Il n'altère pas leur teinte. Acide faible, il n'atteint ni les métaux ni les dorures ; il est sans action sur le vernis.

D) PERSISTANCE : INFLUENCE DE LA DENSITÉ SUR LA PERSISTANCE VENTILATION

L'HCN cherche toujours à s'échapper, puisqu'il passe même à travers des cloisons dites étanches : il semble donc qu'il quitte très rapidement les locaux désinfectés ; en fait, par temps calme, le mélange HCN/air, homogène, d'une densité très voisine de celle de l'atmosphère ambiante, a une tendance naturelle à séjourner. Cette question de la densité eût vite fait de prouver aux praticiens des désinfections maritimes la nécessité d'une forte ventilation.

Elle est effectuée, disent les règlements quarentenaires, par tous les moyens à la disposition du navire : ventilateurs élec-

triques, toiles à voile, quand on n'a pas de moyens autres. Gley-Liston s'est attaché à résoudre ce problème dans son appareil et celui-ci permet à la rigueur l'aspiration de l'atmosphère cyanhydrique après la désinfection ; l'expérience montre cependant, disent Stock et Monier-Williams, qu'il est plus facile à chasser que les gaz de forte densité : soufre, et à *fortiori* : chloropicrine.

Lutrario considère que, lorsque on a employé 2,50 grammes de Na CN par mètre cube, et que la désinfection a duré 1 heure $3\frac{1}{4}$, avec la ventilation dont disposent d'ordinaire les navires, leur atmosphère est devenue inoffensive au bout d'une heure. Et voici ce qu'en dit Degoul : « L'aération avec un gaz aussi léger, d'une densité aussi voisine de celle de l'air, serait une chose particulièrement aisée et rapide. La ventilation artificielle, toutes les fois qu'il serait possible d'y avoir recours, serait assurément du meilleur rendement. Le fonctionnement des turbines électriques ne pourrait en aucune façon être gênée par une différence aussi minime de densité du fluide à mouvoir » et parlant d'autres gaz : « la ventilation des cales assurée seulement par des panneaux situés à la partie supérieure, et des manches à vent est encore plus précaire. De tout cela, nous pouvons conclure que si l'on veut employer un gaz à densité par trop élevée, on se heurtera à des difficultés par trop considérables. »

Stock et Monier-Williams considèrent au contraire que le poids spécifique, sensiblement le même que celui de l'air, rend difficile l'aération après désinfection. Ils conseillent une judicieuse utilisation des ventilateurs et des manches à vent. Dans l'ensemble, on doit considérer le temps nécessaire à la ventilation comme variant avec « les dimensions du navire, la température, le degré d'humidité, le vent, les moyens mécaniques mis en œuvre. » Pour Grubbs, les cales ne sont nettes qu'une ou deux heures après l'ouverture des écoutilles. Mais Faget constate que 12 0/0 des navires ne sont pas débarassés du toxique trois heures après la désinfection.

Pour tous, l'HCN apparait comme un produit qui, bien

manié, sera extrêmement précieux : sa toxicité pour l'homme sera un danger évitable *si toutes les précautions sont prises scrupuleusement*. Stock et Monier-Williams ont bien indiqué les principales d'entre elles. Il reste cependant désirable au plus haut point que s'améliorent les moyens de ventilation des navires : *la ventilation est, en effet, la sauvegarde des équipages* ; sans elle, pas de réelle sécurité.

III. — APPAREILS UTILISÉS POUR LA RÉALISATION PRATIQUE DE FUMIGATIONS PAR L'ACIDE CYANHYDRIQUE.

Deux sortes d'appareils peuvent être employés : ceux qui produisent l'HCN à l'intérieur même du local à désinfecter, ceux qui, du dehors, produisent l'HCN qu'on envoie par des manches dans le local. Voyons maintenant quels sont les appareils le plus fréquemment utilisés.

I. En Amérique, les appareils de production à l'extérieur sont assez peu en faveur ; communément, on provoque la formation d'HCN en faisant arriver de l'acide sulfurique ($\text{SO}_4 \text{H}_2$) en solution sur du NaCN solide ; on y trouve NaCN sous forme de boulets ovoïdes de 1 once (en poids) ; pour chaque once de cyanure on utilise 1,5 once de $\text{SO}_4 \text{H}_2$ dilué dans 2 onces d'eau. Du pont on descend le cyanure dans un seau à parois de bois, enduites de paraffine, pour éviter l'attaque par l'acide. L'opérateur, qui porte un masque, referme l'ouverture et s'enfuit, aussitôt l'acide versé.

D'autres appareils ont été imaginés par différents auteurs . ils sont plus ou moins en service dans les grands ports d'Amérique.

1. *Appareil de Creel*. — Il « manœuvre le cyanure à distance. Le tonneau qui renferme l'acide étendu est muni d'un vaste entonnoir en fer galvanisé, percé de trous de 2,5 centimètres ; le bord supérieur de l'entonnoir porte aux deux extrémités d'un diamètre des charnières auxquelles on accroche des boîtes en fer blanc contenant le cyanure. Une corde est attachée à un crochet fixé à l'angle inférieur de la boîte, dont le contenu se fixe dans l'entonnoir et tombe divisé dans le tonneau. L'entonnoir empêche les projections : il faut avoir soin de vider les deux boîtes successivement pour éviter qu'un excès de cyanure ne bouche l'entonnoir, accident très difficile à réparer. »

2. *Emploi du cyanure en solution.* — On « verse du pont du cyanure dans un entonnoir, d'où un tube en caoutchouc le conduit au tonneau : pour éviter le contact du cyanure avec le caoutchouc, le système se termine par un tube de plomb en forme de L, qui tient toute la hauteur du tonneau. On ferme l'entonnoir avec un tampon de bois : au bout de trois minutes, on ouvre et on verse une solution saturée de carbonate de soude, puis, on referme. Le carbonate, arrivant dans l'acide dégage brusquement de l'acide carbonique, qui chasse du liquide le gaz cyanhydrique. On emploie par exemple : 6.350 grammes de cyanure dissous dans 12,5 litres d'eau, puis 3.170 grammes de carbonate dans 5,670 litres d'eau. »

3. *Appareil produisant l'HCN du dehors.* — (Grubbs, de la station quarantenaire de New-York) : Il se compose de deux récipients superposés chargés l'un avec du cyanure; l'autre avec de l'acide : on provoque ensuite le mélange. Le gaz s'échappe par un tube de caoutchouc armé qui s'échauffe fortement : mais l'armature de cuivre l'empêche de se déchirer ; un charriot sur les ponts spécialement aménagés permet la mobilisation de l'appareil qui par une seule charge arrive à désinfecter 2.716 mc. de local.

4. *L'HCN liquide.* — Adopté en Californie depuis 1917. La Fumigator's Chemical Co. New-York Warners, le livre dans des cylindres contenant 31,780 kgs d'HCN liquide. Le prix de revient est de 15 schillings pour 28 mc.

Dans l'emploi d'HCN liquide il faut éviter toute température supérieure à 26,5 degrés qui peut amener l'éclatement des tubes par polymérisation de l'acide. Il faut éviter aussi de le verser d'un tube dans l'autre : cette pratique est extrêmement dangereuse : pour toutes ces causes son utilisation ne se trouve indiquée que dans des cas tout à fait exceptionnels.

5. L'amendement (6) aux règlements quarantenaires prévoit l'emploi du *mélange d'HCN/chlorure de cyanogène* et expose ses avantages dans les désinfections maritimes. On doit le préparer de façon à obtenir parties égales des deux gaz. On fait agir de l'HCl sur un mélange de cyanure et de chlorate de chaux, additionné de talc pour modérer la réaction.

Les poids en onces sont pour 100 pieds cubes à désinfecter :

HCl	}	à 17 onces.
H ₂ O		
NaCN :	4	»
ClO ₃ Na :	3	»
Talc :	2	»

« D'un prix abordable, n'offrant à la préparation aucun danger, d'une manipulation facile, ni incendiaire, ni explosif, ni persistant, *c'est le désinfectant de l'avenir.* » De plus, il est aussi toxique pour les animaux que l'HCN, et lacrymogène à des doses sans danger pour l'homme. Son utilisation paraît alors singulièrement avantageuse. Enfin, il est sans action sur les objets, les aliments et les métaux, le nickel excepté.

En Allemagne, en Autriche, aux Pays-Bas, en Suisse : on préfère l'emploi de faibles concentrations à temps prolongés.

En Allemagne, Heijmann qui fut un des premiers à l'employer, se servit des proportions suivantes :

Cyanure :	1
Acide :	1,5
Eau :	4

Mais sa mauvaise technique lui avait fait conclure à l'inutilité de l'HCN pour les désinfections. A l'heure actuelle, on l'emploie rarement, mais surtout mélangé à des gaz d'odeur infecte, ventox, gaz moutarde, ou sous forme d'un de ses dérivés : le cyclon : celui-ci est un mélange de forino-cyanure et de chloroformiate de méthyle. Il est très volatil et lacrymogène à des doses non toxiques : pour 100 mc., il en faut 0,4 litre. Mais ensuite, pour le chasser, il est besoin d'une très longue ventilation — 12 heures au moins. Son prix de revient est assez élevé. A cause du prix de revient et du temps que demande une désinfection, les armateurs n'aiment guère l'employer.

En Autriche, Bail se sert d'un appareil de production à l'extérieur. Il recommande certaines précautions : par exemple l'emploi de vases larges, qui au moment de la réaction de l'acide sur le cyanure, empêchent le débordement du liquide et facilitent ensuite le dégagement de l'HCN.

En Suisse, Hetsch va placer le cyanure enveloppé de papier dans une solution d'SO⁴ H². Avant que le papier soit détruit,

l'opérateur a ainsi le temps de s'enfuir. Les proportions à employer sont :

Na CN : 40 grammes.
SO⁴ H² : 70 centicubes.
H² O : 140 centicubes.

Dans le local on devra laisser agir HCN pendant une heure. On procédera à la neutralisation de l'atmosphère cyanhydrique par le lait de chaux.

Aux Pays-Bas, même appareil que celui de Bail, sans neutralisation. C'est là surtout que le cyclon fut essayé : 14 désinfections de navires furent faites par ce procédé en juillet 1922 : pour 100 mc. on utilisait 0,4 litres de liquide : les résultats au point de vue désinfection étaient excellents, mais il fallait prolonger la ventilation pendant un temps qui variait de 12 à 24 heures.

En Suède et en Norvège, le procédé en faveur, est celui de Bail : Herrlin a pratiqué ainsi 10.000 désinfections : ses résultats ont été très satisfaisants ; il employait de faibles concentrations d'HCN et prolongeait pendant 12 heures.

En Angleterre et en Australie, on préfère l'emploi des cyanures en solution.

En Afrique du Sud, fut expérimenté pour la première fois l'HCN liquide par Mally à la station entomologique du ministère de l'agriculture (1915). On vend le produit en ampoules de verre scellé, emballées dans les boîtes qui contiennent assez de terre d'infusoires et de chaux pour arrêter et neutraliser l'acide en cas de rupture. On vend aussi des ampoules entourées de toile métallique fine.

Aux Indes Anglaises, l'appareil de Gley Liston est en vogue : c'est, en somme, redisons-le, l'adaptation d'un Clayton à l'HCN. Liston en donne une description sommaire qu'on peut ainsi résumer :

« L'unité elle-même consiste en :

« I. Une caisse dans laquelle l'air tiré de l'espace clos à traiter est mélangé au gaz, d'où le mélange est renvoyé dans le même espace au moyen :

« II. De tuyaux à manches souples, lesquelles

a) conduisent l'air de l'espace à traiter dans la caisse;

b) et distribuent le gaz de la caisse dans toutes les parties au moyen de :

« III. Un ventilateur capable d'envoyer 500 pieds cubes de gaz dans un long tuyau de 100 pieds, d'un diamètre de 6 pouces à la pression de 5 pouces d'eau, au moyen :

« IV. D'un petit laboratoire chimique avec le nécessaire pour la production du gaz et l'appréciation de sa concentration dans l'espace à traiter pendant toute la durée de l'opération.

« Le tout, d'un transport très facile, garantit toute la sécurité de l'action :

« a) Production du gaz sous un contrôle rigoureux par une méthode simple et sûre;

« b) Possibilité de vérification permanente de la concentration du gaz à l'intérieur de l'espace traité;

« c) Système de distribution du gaz à l'intérieur de l'espace traité;

« d) Système d'évacuation du gaz toxique après achèvement de la désinfection : le ventilateur peut, en effet, envoyer de l'air pur en remplacement du gaz à raison de 500 pieds cubes à la minute après que le tuyau conduisant de l'espace à traiter à la caisse, enlevé, a été laissé ouvert à l'extérieur; l'espace est ainsi complètement débarrassé du gaz toxique en une heure, et l'on peut y pénétrer alors librement. »

Ainsi, cet appareil, en assurant une désinfection parfaite, restreint considérablement le danger pour les opérateurs. Il enrichit en effet régulièrement en HCN l'espace à traiter, et évite la formation de poches. Pour l'opérateur, l'hermétisme de l'appareil et l'absence de gaz cyanhydrique après ventilation, sont des garanties sérieuses. Aussi Degoul s'étonne-t-il que l'usage de cet appareil ne se soit pas répandu. Il est cependant maintes fois cité dans la littérature. (*Archives de Médecine navale*, 1920, tome CIX-Bull. de l'Off. intern. d'Hyg. Pub., 1919, tome XI). Enfin, Stock et Monier-Williams en parlent dans leur rapport et Degoul, dans sa thèse, en montre les avantages.

En Italie, on emploie l'appareil de Lutrario; on doit faire arriver, dit-il, l'acide sulfurique chauffé et uniformément dilué sur le cyanure contenu dans une cuve plate. La température finale, optimale pour la réaction, est 70 degrés. Pour qu'elle soit régulière, il faut un appareil où arrive dans une première phase de l'eau seulement, dans une deuxième phase l'acide chauffé à 50 degrés et dilué de façon que la concentration ne soit pas supérieure à celle qu'il faut pour attaquer le cyanure sans l'altérer. Il insiste sur la pureté des produits à employer, cyanures et acide.

Les proportions doivent être :

Cyanure sodique (en poids).	1	gramme.
Acide sulfurique (en volume).	0,8	centicubes.
Eau commune (en volume).	3	centicubes.

L'acide tombera chauffé et dilué sur des blocs de cyanure de 25 grammes.

A la suite de nombreuses expériences faites près de la Station zoophylactique de Rome, dans des cabines appropriées, il décrit un appareil qui lui semble devoir donner les meilleurs résultats.

On fait arriver dans le mélangeur, en directions opposées, les quantités préétablies de liquides ($\text{SO}^4 \text{H}^2$ et eau) qui se mêlent intimement grâce à la large superficie.

« Les liquides sont contenus dans des vases séparés d'où partent des siphons, qui sont activés en même temps et, au moment opportun, moyennant une pression exercée sur la superficie des deux liquides. Le mélangeur doit être d'une large superficie de contact et pouvoir contenir une quantité de liquide telle que l'eau et l'acide puissent se mélanger intimement. Et cela, avant que le mélange, par l'effet de l'augmentation de volume, puisse atteindre le niveau au-dessus duquel il déborde, pour tomber sur le cyanure. Le liquide est emporté en même temps au moyen d'un siphon par lequel, dans une première phase, l'eau seule est versée sur le cyanure.

« D'ailleurs, si, par un autre type de générateur, on détermine la chute d'eau enfermée dans un récipient dans lequel aboutit le tuyau d'un siphon plongeant dans l'acide sulfurique, contenu à son tour dans un récipient ouvert et placé à un niveau supérieur, on obtient le même résultat. De cette façon, le mélange des liquides se produit automatiquement et est suffisamment homogène si on prend soin de faire arriver dans l'eau l'acide sulfurique, par une poussée de bas en haut. Même dans ce cas, la première partie du liquide sortant de l'appareil n'est constituée que par de l'eau. »

Lutrario signale que dans ces conditions on doit obtenir un rendement qui sera par rapport au rendement théorique : $\frac{1}{1,7}$

En Espagne, Souto Beavis et Roca recommandent, expériences faites :

I. Pour préparer l'HCN, l'emploi de l'appareil de Grima ou cyanogénatrix; celui-ci est tout entier d'un métal inattaquable par les acides; une première partie est destinée à la préparation de l'HCN même; deux cuves sont superposées; en haut, le NaCN en dilution; en bas, la solution d' $\text{SO}^4 \text{H}^2$. Ces cuves sont reliées l'une à l'autre par une éprouvette graduée, avec une soupape à sa partie supérieure, une seconde soupape à l'extrémité inférieure; à cela, deux

avantages : pas de risque pour l'opérateur, que les soupapes protègent contre un retour de l'HCN; par lecture de la quantité de cyanure mise en présence d'acide, connaissance immédiate de la quantité d'HCN fabriqué.

De la partie supérieure de la cuve à acide part une manche aboutissant à un espace hermétique où l'HCN va être mis en contact avec du carbonate de chaux (en pratique du marbre), qui fixera l' $\text{SO}^4 \text{H}^2$ qui aurait pu être entraîné. De là part une seconde manche qui va au logement à désinfecter.

II. Pour la ventilation, ils invoquent la nécessité d'emploi d'un appareil Clayton.

III. Pour les cas où la ventilation ne suffirait pas, où il serait nécessaire de neutraliser l'acide cyanhydrique, l'allohydriation s'impose; en présence des vapeurs de formol, l'HCN se trouve détruit dans la proportion de 93,33 0/0; cette méthode va donner toute sécurité aux hôtes du navire désinfecté.

Par mètre cube à désinfecter, il faut employer 5 grammes de NaCN pur, dilués dans 10 centicubes d'eau. L' $\text{SO}^4 \text{H}^2$ doit être étendu d'eau dans des proportions à peu près identiques.

L'originalité de cette méthode consiste, en somme, en deux faits :

I. Elle se préoccupe de faire agir seulement de l'HCN pur.

II. Elle évite la plus grande partie des dangers de l'HCN :

a) par l'utilisation d'un appareil dont l'hermétisme est garanti par des soupapes;

b) par une méthode qui assure la neutralisation presque totale de l'atmosphère cyanhydrique dans l'enceinte désinfectée.

Les conclusions de l'auteur peuvent ainsi se résumer :

A. Emploi du cyanogénératrix qui désinfecte en 30 minutes par une concentration de 1,5 0/0 une capacité de 2.400 mc. La concentration ne devra jamais être inférieure à 1 0/0 et devra même atteindre 3 0/0 dans le cas de typhus exanthématique.

B. Pour la ventilation, un appareil Clayton est très utile.

C. Quand le temps manque pour la ventilation, application de la méthode de Roca.

D. Utilisation, comme réactif, du papier au gaiac.

En France, une Compagnie utilise les méthodes allemandes. Bonjean a expérimenté deux appareils.

Pour l'Arcturus, c'est un procédé de production à l'intérieur dont on se sert. Pour la Circassie, un appareil très imparfait de production à l'extérieur et, dit Degoul, « pour assurer l'étanchéité de cette minuscule, mais en puissance de mort, si formidable machine, la fragile garantie de bandes de papier collées sur les jointures. »

IV. — VUE D'ENSEMBLE SUR L'APPRÉCIATION

DES AUTEURS,

L'HCN s'est donc fait parmi les désinfectants maritimes une place de tout premier ordre, et il n'y a guère qu'en France où son emploi soit systématiquement rejeté.

Avantages. — 1. Tout d'abord, un gros avantage de l'HCN, c'est son prix de revient peu élevé. Ce procédé est deux fois moins coûteux que la sulfuration, à peine plus coûteux que la chloropicrine. Les produits servant à le fabriquer peuvent se trouver partout, sa préparation est commode, enfin il ne nécessite pas d'appareils spéciaux. C'est donc un procédé qui d'adapte pour ainsi dire à n'importe quelles circonstances.

2. Une désinfection par l'HCN dure peu : les Italiens sont arrivés à rendre des navires habitables quatre heures après le début de l'opération ; les compagnies envisagent toujours l'économie de temps qui représente pour elles des bénéfices souvent considérables. La rapidité d'une désinfection par l'HCN tient .

a) à la très grande sensibilité des animaux vis-à-vis d'un gaz aussi toxique. Sous condition que la teneur en HCN dans l'atmosphère soit homogène, la plupart d'entre eux sont tués en dix minutes par une concentration de 1/2000 ; or, la concentration de 1 0/0 est couramment atteinte dans les désinfections maritimes.

b) avec les moyens de ventilation dont disposent aujourd'hui la plupart des navires, ils deviennent rapidement habitables, et pour ce second temps, deux heures représentent le plus souvent un maximum.

Parasiticide beaucoup plus violent que le soufre, plus facile à chasser que la chloropicrine, c'est donc l'agent rapide des désinfections maritimes.

Inconvénients. — Il reste cependant que l'emploi de l'HCN ne va jamais sans danger pour l'homme : nous avons vu comment on les évitait *en partie*. Les auteurs concluent à la nécessité de n'employer que des équipes entraînées, bien averties des dangers, et suivant implacablement les ordres du médecin sans qui la désinfection ne doit pas se faire. Il est cependant toujours inquiétant de penser qu'il n'y a pour nous aucun avertisseur du danger. Dans une atmosphère qui sent l'HCN rien qui indique si elle est inoffensive ou si la fuite est la seule chance de salut.

Du reste, ce produit tend aujourd'hui à ne plus être employé pur. On l'associe à un gaz d'odeur infecte, ou on utilise un de ses dérivés. Le cyclon expérimenté surtout aux Pays-Bas ne semble pas devoir se généraliser : les désinfections nécessitent en effet un long temps (ventilation de 12 à 24 heures), et le prix de revient est assez élevé.

Pour les Américains, le mélange gazeux HCN/chlorure de cyanogène est au contraire « le désinfectant de l'avenir ». Il garde comme désinfectant toutes les qualités de l'HCN. Et n'évite-t-il pas tout danger pour l'homme, du fait qu'il est lacrymogène à des doses bien inférieures aux doses toxiques.

DEUXIÈME PARTIE

Recherches personnelles

I. — POSITION DU PROBLÈME

Si l'Amérique avait dit vrai, si l'HCN avait eu réellement toutes les qualités qu'on lui attribue là-bas, il y a longtemps qu'il serait seul utilisé, qu'on aurait abandonné tous les autres désinfectants ; il faut donc voir les objections qui ont été faites à l'HCN : nos expériences n'ont eu pour but que de constater dans quelles limites elles étaient justifiées.

I. — Inconvénients de l'acide cyanhydrique

a) LES DANGERS POUR L'HOMME. — Certains auteurs effrayés par la liste des accidents rejettent l'HCN sans plus essayer d'approfondir la question. En cas d'accident, l'action du toxique sur l'organisme nous étant tout à fait inconnue, nous n'avons aucun moyen spécifique de thérapeutique ; la brutalité de l'intoxication rend en fait, dans de nombreux cas, toute intervention totalement inutile.

Mais le danger de l'HCN est grand, surtout la désinfection terminée (ouvriers qui pénètrent aussitôt dans l'atmosphère toxique, hommes de l'équipage qui couchent dans des lits insuffisamment débarrassés du gaz qui les a imprégnés). Il importerait donc que, son action terminée dans l'enceinte à désinfecter, l'HCN puisse être neutralisé sinon en totalité, du moins en très grande proportion.

b) INCONSTANCE D'ACTION SUR LES ANIMAUX. — La toxicité de l'HCN pour les différentes espèces animales est très variable suivant les auteurs auxquels on s'adresse ; certains mêmes, comme Bertrand et Mme Rosenblatt, la contestent entièrement : ils pensent que l'HCN endort, sans les tuer, les animaux. Le fait suivant est un argument en faveur de cette thèse : des officiers, tout à fait ignorants des choses médicales, naviguant sur les lignes d'Amérique, nous ont fort bien décrit les troubles présentés par les rats après les désinfections par l'HCN. Ces troubles correspondent au tableau d'un début d'intoxication par ce gaz : on se voit donc obligé d'admettre que *tous* les rats ne sont pas tués par l'HCN.

Pour ce qui touche aux puces, le désaccord est encore plus grand. Bonjean considère que le toxique agit plus rapidement sur les puces que sur les rats. Lutrario croit les puces un peu plus résistantes ; pour Wawrinsky, les deux actions sont incomparables, tant les puces sont plus difficiles à tuer que les rats.

c) INCONSTANCE DES RÉACTIONS. — Ce point a surtout été mis en avant par Bonjean dans son rapport : pour lui, pour d'autres auteurs, on n'est jamais certain dans des conditions identiques chimiquement, d'obtenir la même quantité l'HCN. D'où l'insécurité d'une désinfection par un pareil procédé.

II. — Les questions qui se posent

Un certain nombre de questions se posent donc :

1. Quelle est l'action de l'HCN sur les rats ? Sont-ils tués, et dans quelles conditions exactes ? Comment l'HCN semble-t-il agir sur leur organisme ?

2. Action sur les puces. Leur résistance par rapport au rat. Sont-elles tuées dans les conditions habituelles de dératisation ?

3. A quoi doit-on attribuer l'inconstance des résultats obtenus par l'emploi de l'HCN ? Les cyanures commerciaux peuvent-ils être utilisés ? Sous quelles réserves n'encourrons-nous pas ainsi des échecs ?

4. Existe-t-il un mode pratique de neutralisation de l'HCN ? On éviterait ainsi les accidents qui se produisent lorsqu'on pénètre dans l'atmosphère toxique, une fois la désinfection terminée. Comment éviter les accidents dus à la persistance d'HCN dans les tissus ?

5. L'emploi de l'HCN peut-il se généraliser en hygiène maritime ? Dans quelles conditions devra-t-on l'employer ? L'un quelconque de ses dérivés offre-t-il une sécurité qu'il ne donne pas ?

Ce sont là les questions que, dans ce travail, nous nous sommes attachés à résoudre .

II. — EXPÉRIENCES

Pour cela nous avons procédé à une série d'expériences. Un appareil nous était nécessaire, que nous avons imaginé et dont nous allons donner ici la description.

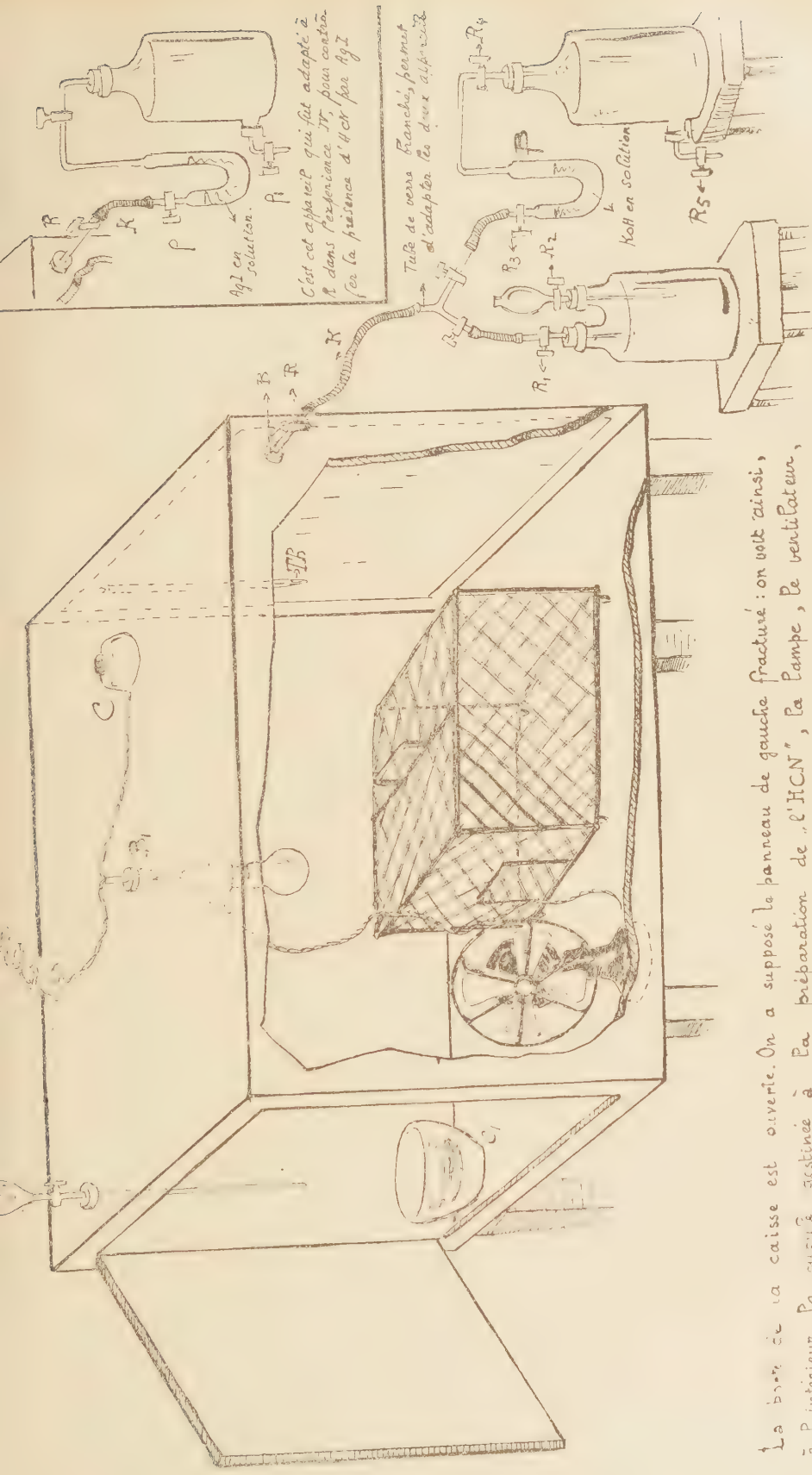
A. — L'enceinte à expérience.

L'appareil. — C'est essentiellement une caisse d'une capacité totale de 250 litres. Le point important était d'en assurer l'étanchéité : pour ce, nous avons réduit au minimum le nombre d'ouvertures ; une seule porte est ménagée qui occupe le panneau postérieur. Les tubes qui pénétraient dans la caisse étaient entourés de bouchons de caoutchouc. Du mastic était appliqué autour des bouchons à l'intérieur et à l'extérieur de la caisse de façon à ce qu'il n'y ait aucune solution de continuité entre le bois et le caoutchouc.

Le panneau antérieur est constitué par une vitre qui permet d'observer tout ce qui se passe dans la caisse. Contre elle et à l'intérieur, un thermomètre Th.

Mode d'obtention de l'HCN : reposant sur le plancher de la caisse une cupule contenant le cyanure (pour nous du KCN officinal ou industriel suivant nos expériences). Immédiatement au-dessus, un tube à brôme qui passe par le plafond de la caisse, à la partie toute postérieure (et à droite pour un observateur placé en avant) permet l'adduction d'acide sulfurique; nous avons toujours employé de l' $\text{SO}_4 \text{H}_2$ à 66° Bé.

Eclairage, chauffage, ventilation. Un ventilateur est placé à l'intérieur de la caisse, reposant sur le plancher, au fond et à gauche. Il est branché en dérivation sur une lampe suspendue au plafond. Un fil passant en B lui amène le courant que nous pouvons régler au moyen d'un rhéostat fixé au panneau



La boîte de la caisse est ouverte. On a supposé le panneau de gauche fracturé : on voit ainsi, à l'intérieur la cuve destinée à la préparation de "l'HCN", la lampe, le ventilateur, la cage à rats : on a supposé que les deux appareils de dosage (A : par le vide) - (B : par le

moyen de l'analyse) fonctionnent simultanément.

droit. Un commutateur C permet la mise en marche ou l'arrêt du ventilateur. Le contact une fois établi, la lampe marche de façon constante.

Son utilité apparait double :

a) elle assure l'éclairage à l'intérieur de la caisse, et facilite ainsi l'observation ;

b) elle maintient une température qui varie entre 10 et 20 degrés et que permet de contrôler le thermomètre placé auprès de la vitre.

Le ventilateur assure l'homogénéité de l'atmosphère HCN/air en tous les points et permet après les expériences de nous débarrasser rapidement du gaz toxique.

B. — Appareil de dosage de l'atmosphère

Un orifice B percé près de la vitre, en haut du panneau, laisse passer un tube de verre muni d'un robinet R et prolongé par un tube de caoutchouc K qui permettra de le mettre en rapport avec l'appareil à vide. Celui-ci est simplement un flacon à deux tubulures ; par chacune passe un tube de verre. Le premier est droit, muni d'un robinet R_1 ; il peut être mis en relation avec une trompe ; nous créerons ainsi le vide à l'intérieur du flacon ; ou bien il peut être adapté au tube de caoutchouc K et l'appareil à vide est mis ainsi en relation avec l'atmosphère de la caisse. Le vide étant fait dans le flacon, si on ouvre les robinets R et R_1 , on pourra faire une prise de l'atmosphère de la caisse ; le vide crée en effet une aspiration, mais très rapidement les deux systèmes vont devenir homogènes et l'atmosphère du flacon représente très exactement à ce moment l'atmosphère de la caisse, dont nous aurons un échantillon en fermant le robinet R_1 .

Le second tube est un tube à brôme muni d'un robinet R_2 ; l'ampoule contient une solution de potasse. Si, notre prise faite, nous ouvrons ce robinet, la potasse va tomber dans le flacon pour dissoudre tout l'HCN qu'il contient. Il se formera du cyanure de potassium.

Celui-ci pourra être dosé : on calcule la quantité d'HCN à quoi il correspond ; c'est la quantité d'HCN même que contenait l'atmosphère du flacon. Ce flacon ayant une capacité de 2 litres, c'est aussi la quantité d'HCN contenue dans 2 litres de l'atmosphère de la caisse. Le chiffre obtenu, multiplié par 125, donne la quantité totale d'HCN de la caisse.

A) *Critique de notre appareil.* — Cet appareil ne saurait être parfaitement exact au point de vue chimique, puisque il ne crée pas un vide absolu. Mais nous avons tâché de rendre cette erreur toujours la même en poussant le vide dans chaque expérience au même point. Cette erreur, quelle est-elle ?

Il reste dans le flacon environ 200 centicubes d'air. Nous ajoutons donc $\frac{1}{5}$ de litre aux 250 litres de la caisse, et lorsque l'atmosphère sera devenue homogène dans les deux systèmes, la proportion totale d'HCN, au lieu d'être répandue dans 250 litres, le sera dans 250,2 litres. L'erreur sera donc de l'ordre de $\frac{1}{1250}$.

Et maintenant, quelles sont les erreurs relatives des expériences ? Supposons que les variantes soient d'environ 5 centicubes sur 200 : dans certains cas, par exemple, nous avons poussé le vide, de manière qu'il ne reste dans le flacon que 195 cc. d'air au lieu de 200. L'erreur est alors de l'ordre de $\frac{1}{50000}$, chiffre vraiment infime.

Bien supérieur au point de vue chimique est l'appareil à barboteur de Vigreux, proposé par le Pr. Chelle. Il est réalisé dans l'expérience IV, et nous n'en donnerons ici qu'une description sommaire.

Le tube de caoutchouc K conduit, non plus à l'appareil à vide, mais à un tube de verre relié à un barboteur B, contenant une solution de potasse. De ce barboteur part un tube qui va à un flacon jaugé plein d'eau, d'une capacité totale de 1 litre. Les robinets R_1 , R_3 , R_4 et R_5 étant ouverts, l'eau s'écoule du flacon. Il se produit un appel d'air de la caisse, mais cet air va passer sur la potasse, qui retiendra tout l'HCN qu'il contient. Il est évident que lorsque un litre d'eau se sera écoulé, un litre de l'atmosphère de la caisse aura passé à travers la potasse, abandonnant là la quantité d'HCN con-

tenue dans un litre de l'atmosphère de cette caisse. Cet HCN au contact de la potasse aura donné KCN : nous aurons exactement, par dosage, le rapport HCN/air de l'atmosphère de la caisse.

Malgré l'imperfection de notre premier appareil, c'est lui que nous avons adopté et voici pourquoi :

1. L'appareil à vide fonctionne d'une façon très rapide, presque instantanée.

2. Il faut un temps assez considérable pour le prélèvement d'atmosphère par le barboteur. De sorte que les expériences, plus justes au point de vue chimique, se faussaient de manière fort appréciable au point de vue biologique, puisque ce système pouvait nous amener à doubler les temps.

3. Enfin, nous nous sommes surtout basés sur ce fait : dans l'expérience IV, ayant, par un robinet à deux tubulures, fait marcher les deux appareils simultanément, pour faire des prises comparées, les résultats des dosages se sont montrés du même ordre. Ils ne différaient que de 5 centigrammes par mc. Il n'échappe pas que pour les résultats industriels surtout envisagés ici, une si minime différence soit d'aucune importance.

B) *Technique d'emploi de l'appareil à vide.* — Il ne faut pas perdre de vue que, pour donner de bons résultats, cet appareil doit être manié avec un certain nombre de précautions.

I. Il est bon d'employer une solution concentrée de potasse, de manière que la dissolution de l'HCN dans l'atmosphère du flacon se fasse rapidement.

II. Verser la potasse dans l'ampoule du tube à brôme avant de faire la prise d'atmosphère.

III. Pendant cette prise, le passage d'une partie de l'atmosphère de la caisse vers le flacon se fait avec un sifflement du à l'appel créé par le vide du deuxième système : attendre quelques secondes après que ce bruit a cessé, de façon à ce que l'équilibre de pression et l'homogénéisation soient réalisés dans les deux systèmes.

IV. A ce moment, fermer R_1 et ouvrir R_2 ; la potasse tombe dans le flacon.

V. Agiter pour dissoudre HCN : laisser R₂ ouvert et boucher avec un doigt l'extrémité supérieure du tube à brôme.

Les causes d'erreur sont ainsi considérablement diminuées; l'imperfection de l'appareil, au point de vue chimique, devient, en vue de nos conclusions pratiques, négligeable.

C. — Compte rendu des expériences.

EXPÉRIENCES PORTANT SUR LES PUCES ET LES RATS

EXPÉRIENCE I

I. Appareil : à la caisse est adapté l'appareil à vide.

II. Réactifs : a) 5 grammes de KCN officinal à 85 0/0 dilué dans 45 centicubes d'eau.

b) 5 cc. SO⁴ H² dilués dans 45 cc. d'eau.

III. Température moyenne de l'expérience : 12 degrés.

IV. L'expérience porte sur des rats.

Trois *Epymis norvegicus* — un gros, un moyen, un petit sont enfermés dans la caisse. Le premier présente presque immédiatement des troubles de l'équilibre (oscillations sur les pattes de derrière), puis il tombe : contractures généralisées, mais surtout accentuées au train postérieur; ensuite, troubles respiratoires de peu de durée; mort au bout de 9 minutes. Pour les deux autres, les mêmes symptômes s'observent dans un ordre identique, mais les troubles respiratoires sont plus durables : le moyen meurt une demi-minute après le gros, le petit, 13 minutes après le début de l'expérience.

V. Prise par l'appareil à vide (durée : 30 secondes).

VI. Rendement : c'est le rapport entre la quantité théorique d'HCN qu'on aurait dû obtenir et la quantité pratiquement obtenue :

a) Théoriquement, 65 grammes KCN donnent : 27 grammes HCN.

Donc, 1 gramme donne : $\frac{27}{65}$

Et 5 grammes donnent : $\frac{27 \times 5}{65}$

Or notre cyanure est à 85 0/0, donc :

Quantité théorique : $\frac{27 \times 5 \times 85}{65 \times 100} = 1,765$ gr.

b) Quantité pratique : 1 gramme (obtenu par dosage après la prise à l'appareil vide).

c) Rendement : $\frac{1}{1,765}$

Ceci s'applique à la caisse. Les résultats par mc. doivent être multipliés par 4. La quantité d'HCN par mc. était donc de 4 grammes.

N.-B. — Nous ne répéterons pas ce calcul, cette règle de trois étant applicable à tous nos dosages. Nous indiquerons désormais simplement :

Quantité théorique, quantité pratique, rendement.

VII. Autopsie immédiate du premier et du dernier rat morts : congestion du poumon et congestion douteuse du rein. Le rat mort le deuxième est laissé près d'un radiateur pendant 3/4 d'heure à la température du laboratoire. A ce moment, il est malgré tout refroidi. A l'autopsie, on trouve le poumon congestionné et piqueté et le foie granuleux.

EXPÉRIENCE II

I. Un barboteur à KOH (potasse) est adapté à l'appareil : par le système d'aspiration précédemment décrit, nous doserons KCN dans KOH. La quantité d'HCN correspondante est celle contenue dans un volume d'atmosphère de la caisse égal à celui du volume d'eau écoulé.

II. Réactifs :

a) 12,50 gr. de KCN (officinal) dilué dans 37,5 gr. d'eau.

b) 12,5 cc. $\text{SO}^4 \text{H}^2$ — —

III. Température : 9,3 degrés-centigrades.

IV. L'expérience porte sur des rats.

Cinq *E. norvegicus* d'un poids moyen de 50 grammes. On observe :

Chute au bout de 10 à 15 secondes. Peu de troubles de l'équilibre. Troubles respiratoires avec contractures costo-diaphragmatiques très marquées. Mort apparente des 4 plus gros au bout de 5 minutes 15 secondes et du plus petit au bout de 6 minutes. Les rats ne sont enlevés que 6 minutes après : ils sont donc restés dans l'atmosphère cyanhydrique pendant 12 minutes.

V. Prise d'atmosphère au barboteur aussitôt la mort apparente du dernier rat. Cette prise dure 6 minutes. C'est seulement à ce moment que les rats sont enlevés.

VI. Dans une caisse à diathermie construite spécialement et chauffée par 3 lampes à filament de charbon, qui donnent une température de 35 à 40 degrés, dans une atmosphère fortement ammoniacale, 3 rats sont placés sans avoir reçu d'O (oxygène) On ne note aucune apparition de symptômes vitaux.

VII. Autopsie immédiate des 2 autres rats : cœur feuille morte, grosse congestion pulmonaire, à l'encéphale hémorragies cérébelleuses.

Autopsie des 3 rats soumis à la diathermie : 5 heures après l'expérience. Putréfaction avancée, mêmes signes que précédemment.

VIII. a) Quantité théorique : 4,71 gr. HCN dans la caisse, soit 18,84 par mc.

b) Quantité pratique : 2,75 gr. HCN dans la caisse soit 11 gr. par mc.

c) Rendement : $\frac{1}{1,712}$

EXPÉRIENCE III

I. On adapte à la caisse un tube à 2 branches avec chacune un robinet; l'une va à l'appareil à vide, l'autre au barboteur à KOH; cela va permettre un dosage comparé.

II. Réactifs : a) 1 cc. $\text{SO}^4 \text{H}^2$ dilué dans 3,75 cc. d'eau portés au moment de l'expérience à une température de 50 degrés environ.

b) 1,75 gr. KCN à sec, non chauffé.

Ce sont là des conditions à peu près identiques à celles indiquées par Lutrario (mais on emploie ici KCN au lieu de NaCN).

III. Température moyenne : 13 degrés.

IV. L'expérience porte sur des rats et des puces.

a) Deux *E. norvegicus* d'un poids moyen de 55 grammes. On observe pour le premier, des troubles de l'équilibre au bout de 2 minutes avec contractures du train postérieur, opisthotonos, troubles respiratoires marqués, mort en 13 minutes. Pour le second, troubles de l'équilibre au bout de 2 minutes, troubles respiratoires moins marqués. Mort en 13 minutes. Ils restent encore 3 minutes dans l'atmosphère de la caisse.

b) Dix *Ctenocephalus canis* sont introduites dans un tube bouché aux deux extrémités par une gaze fine. Elles restent 16 minutes et demie dans l'atmosphère cyanhydrique; au bout de 5 minutes, immobilisation et mort apparente.

V. Aussitôt après la mort des rats, prise d'atmosphère aux deux appareils. La prise dure 20 secondes avec l'appareil à vide et 3 minutes et demie avec le barboteur. Après ces prises, les rats et les puces sont immédiatement enlevés.

VI. Les rats et les puces sont placés dans la caisse à diathermie: aucune survie.

VII. Autopsie du premier rat une heure après l'expérience. On observe une congestion pulmonaire un peu moins marquée. Le cœur est peu anémié, le sang est rouge et liquide. Hémorragie sus-cérébelleuse.

Autopsie du deuxième rat 4 heures après l'expérience. Mêmes symptômes avec un piqueté hémorragique au poumon. La putréfaction est peu marquée.

VIII. Rendement :

a) Quantité théorique : 0,617 gr. HCN dans la caisse, soit 2,46 gr. par mc.

b) Quantité pratique : 0,057 gr. HCN dans la caisse, soit 0,23 gr. par mc.

c) Rendement : $\frac{1}{10,63}$

EXPÉRIENCE IV

I. L'appareil est constitué par adjonction et fonctionnement simultané de l'appareil à vide et du barboteur, de manière à obtenir deux dosages comparés.

II. Réactifs : a) 13,5 gr. de KCN officinal dilués dans 100 cc. d'eau et chauffés.

b) 15 cc. $\text{SO}_4 \text{H}_2$ pur (et non chauffés).

III. Température moyenne 12 degrés.

IV. L'expérience porte sur les rats et les puces.

a) Un rat blanc : les mêmes signes sont observés : mort au bout de 2 minutes et demie.

b) Huit puces (*Ct. canis*) sont placées dans un tube fortement bouché aux deux extrémités par des tampons d'ouate. Mobiles jusqu'à la mort du rat, elles s'immobilisent ensuite peu à peu : après 3 minutes et demie, elles ne présentent plus aucun mouvement.

N.-B. — *Puces et rats sont ensuite demeurés dans une atmosphère chlorée. La relation complète de cette expérience est au sous-chapitre : Expériences sur la neutralisation.*

V. Prises aux appareils au bout de 3 minutes et demie, la réaction étant arrêtée par introduction de potasse dans la cupule à cyanure.

VI. Une heure après la fin de l'expérience, le rat soumis successivement aux atmosphères cyanhydrique et chlorée est autopsié. Tous les signes sont peu nets. en particulier, l'hémorragie sus-cérébelleuse est peu marquée.

VII. Rendement :

a) Quantité théorique : 4,71 gr. HCN dans la caisse, 18,84 gr. par mc.

b) Quantité pratique : 0,168 gr. HCN dans la caisse, 0,675 gr. par mc.

c) Rendement : $\frac{1}{27,8}$

EXPÉRIENCE V

I. Appareil : caisse sans appareil de dosage.

II. Réactifs : a) 2,5 gr. KCN offic. dilués dans 32 cc. d'eau.

b) 4 cc. $\text{SO}^4 \text{H}^2$ employé pur.

III. Température moyenne : 15 degrés.

IV. L'expérience a porté sur des rats et des puces.

a) Un *E. norvegicus* d'environ 100 gr. Il a présenté peu de troubles de l'équilibre; on le retire de la caisse au bout de 6 minutes, alors qu'il respire encore.

b) Dix *Ct. canis* dans un tube bouché avec des tampons de 3 cm.

V. Le rat est placé dans une caisse à diathermie : ammoniacque en abondance. On note d'abord une amplification du rythme respiratoire. Il meurt cependant au bout d'un quart d'heure.

VI. L'autopsie est pratiquée un peu moins de quatre heures après la fin de l'expérience. La putréfaction est peu avancée : les mêmes signes s'observent. Le foie a paru cependant d'une teinte un peu spéciale (feuille morte).

On n'a constaté pour les puces aucun phénomène de survie.

EXPÉRIENCE VI

I. Appareil : c'est la caisse avec l'appareil à vide.

II. Réactifs : a) 3,1 gr. KCN commercial à 77,6 0/0 dans 18 cc. d'eau.

b) 3 cc. $\text{SO}^4 \text{H}^2$ dans 6 cc. d'eau sont portés à une température de 50 degrés environ.

III. Température moyenne : 13 degrés.

IV. L'expérience a porté sur des rats et des puces.

a) Un gros rat blanc de 100 gr. Perte de l'équilibre au bout de 1 minute et 15 secondes. Puis, très bien marqués, les signes ordinaires; on le retire au bout de 4 minutes; il n'est pas mort.

b) Seize *Ct. canis* sont réparties en deux tubes, dont l'un est bouché à la gaze; le second a, aux deux extrémités, des tampons d'ouate de 1 cm. d'épaisseur. Dans le premier, immobilité au bout de 2 minutes, au bout de 3 minutes dans le deuxième. Retirées au même moment que le rat.

V. La prise à l'appareil à vide est faite aussitôt la mort du rat.

VI. L'autopsie, pratiquée cinq heures et demie après l'expérience, montre le corps encore souple; on observe les mêmes signes, mais l'hémorragie sus-cérébellense est encore peu marquée.

VII. Rendement :

a) Quantité théorique : 1,0375 HCN dans la caisse, 4,15 gr. par mc.

b) Quantité pratique : 0,6075 HCN dans la caisse, 2,43 gr. par mc.

c) Rendement : $\frac{1}{1,7}$

EXPÉRIENCE X

I. Appareil : caisse et appareil à vide.

II. Réactifs : a) 1,8 gr. KCN offic. dans 3 cc. d'eau.

b) 2 cc. $\text{SO}^4 \text{H}^2$ dans 4 cc. d'eau, portés à la température de 50°.

III. Température moyenne : 14 degrés.

IV. L'expérience porte sur des rats et des puces.

a) Un *E. norvegicus* de 230 gr. tombe comme une masse après 1 minute et demie. Les troubles respiratoires sont peu accentués; il meurt après 5 minutes.

b) Cinq *Ct. canis* sont enfermés dans un tube avec des bouchons de 1 cm.; la disparition des mouvements est complète après 2 minutes.

V. La prise d'atmosphère est faite immédiatement après la mort du rat, à l'appareil à vide; nous avons procédé de la même façon dans toutes les expériences qui nous restent à décrire.

VI. L'autopsie, pratiquée 4 heures et demie après l'expérience, révèle tous les signes classiques déjà décrits.

VII. Rendement :

a) Quantité théorique : 0,6325 gr. HCN dans la caisse, donc 2,53 gr. par mc.

b) Quantité pratique : 0,3900 gr. HCN dans la caisse, donc 1,56 gr. par mc.

c) Rendement : $\frac{1}{1,6}$

EXPÉRIENCE XI

I. Caisse et appareil à vide.

II. Réactifs : a) 1,8 gr. KCN dans 3 cc. d'eau.

b) 2 cc. $\text{SO}^4 \text{H}^2$ dans 4 cc. d'eau, portés à la température de 50° .

III. Température moyenne 13,5 degrés.

IV. L'expérience a porté sur des rats et des puces.

a) Quatre *E. norvegicus* d'un poids moyen de 220 gr. Chute après 1/2 minute, puis troubles habituellement observés. 3 sont morts au bout de 4 minutes. On les enlève à ce moment; le survivant est transporté dans la caisse à diathermie; on lui fait gymnastique respiratoire, ammoniacque, O en abondance; la survie n'est que de quelques minutes, 5 environ.

b) Six *Ct canis* sont enfermées dans un tube, protégées par une épaisseur de 2 cc. d'ouate de chaque côté. Elles sont complètement immobiles au bout de 3 minutes.

V. Rendement.

a) Quantité théorique : 0,632 gr. dans la caisse, 2,53 gr. par mc.

b) Quantité pratique : 0,380 gr. dans la caisse, soit 1,52 gr. par mc.

c) Rendement : $\frac{1}{1,6}$

EXPÉRIENCE XII

I. Caisse à quoi est adapté l'appareil à vide.

II. Réactifs : a) 1,8 gr. KCN offic. dans 3 cc. d'eau.

b) 2 cc. $\text{SO}^4 \text{H}^2$ dans 4 cc. d'eau portés à la température de 50° .

III. Température moyenne : 14 degrés.

IV. L'expérience porte sur les rats et les puces.

a) Deux *E. norvegicus*, le premier de 200 gr., le deuxième de 120 gr. Début des troubles, puis tableau classique. Le premier meurt en 3 minutes et demie. Au bout de 5 minutes, on observe chez le deuxième l'arrêt des mouvements respiratoires, mais le cœur bat encore. Les deux rats restent 6 minutes en tout dans l'atmosphère cyanhydrique.

b) Huit puces (*Ct. canis*) sont introduites dans un tube bouché aux deux extrémités par 1 cm. de coton. Elles sont plus ou moins immobiles au bout de 2 minutes. Elles demeurent 6 minutes dans la caisse.

V. Autopsie immédiate : signes classiques, mais l'hémorragie sus-cérébelleuse est moins marquée chez le gros que chez le petit.

VI. Rendement.

a) Quantité théorique : 2,53 gr. par mc. d'HCN.

b) Quantité pratique : 1,07 gr. par mc. d'HCN.

c) Rendement : $\frac{1}{2,36}$

N.-B. — Nous avons employé une cupule à fond convexe; la réaction s'est très mal faite; une grande partie du cyanure est restée inattaquée.

EXPÉRIENCE XIII

I. Caisse sans prise d'air.

Réactifs : a) 1,8 gr. KCN offic. dans 3 cc. d'eau.

b) 2 cc. $\text{SO}_4 \text{H}_2$ dans 4 cc. d'eau, portés à la température de 50°.

III. Température moyenne 12,5 à 14 degrés.

IV. L'expérience porte sur des puces, pas de rats.

Seize *Ct. canis* sont réparties en deux tubes. Le premier porte aux deux extrémités des bouchons de coton de 2 cm. Les puces furent toutes immobilisées au bout de 3 minutes.

Le second porte des bouchons de 3 cm. Elles tendent à s'immobiliser au bout de 3 minutes; après 5 minutes, deux conservent quelques mouvements. Leur immobilité est absolue au bout de 8 minutes.

EXPÉRIENCE XV

I. La caisse avec l'appareil à vide.

II. Réactifs : a) 1,8 gr. KCN offic. dans 3 cc. d'eau.

b) 2 cc. $\text{SO}_4 \text{H}_2$ dans 4 cc. d'eau portés à la température de 50°.

III. Température moyenne : 14 degrés.

IV. L'expérience a porté sur des rats et des puces.

a) Deux *E. norvegicus* d'un poids moyen de 200 gr. introduits dans la caisse, sont morts au bout de 3 minutes, après avoir présenté les symptômes habituels.

b) Vingt-quatre *Ct. canis* sont réparties en 3 tubes. Le premier a des bouchons de 1 cm. d'épaisseur; le deuxième, de 2 cm.; le troisième, de 3 cm. L'immobilité est absolue dans les deux premiers après 2 minutes et demie; dans le dernier, au bout de 3 minutes.

VI. Rendement :

Appareil, caisse, réactifs et température identiques à la précédente.

VI. La prise faite à l'appareil à vide a été parfaite et n'a pas permis de dosage.

VII. L'autopsie, faite une heure après l'expérience, révèle tous les mêmes signes bien marqués.

EXPÉRIENCE XVII

I. Caisse et appareil à vide.

II. Réactifs mêmes conditions que la précédente.

III. Température moyenne : 14 degrés.

IV. L'expérience n'a porté que sur des rats : 2 *E. norvegicus* qui sont morts au bout de 3 minutes et demie.

V. L'autopsie a révélé les mêmes signes avec l'hémorragie sus-cérébelleuse, moins nette chez l'un des deux rats.

I. Rendement .

a) Quantité théorique : 2,53 gr. HCN par mc.

b) Quantité pratique : 1,54 gr. HCN par mc.

c) Rendement : $\frac{1}{1,64}$

EXPÉRIENCE XVIII

Appareil, caisse, réactifs et températures identiques à la précédente.

IV. L'expérience porte sur des puces.

Dix *Ct. canis* sont introduites dans un tube bouché par deux tampons de 2 cm. Immobilité au bout de 3 minutes.

V. Rendement pratique et théorique identiques à la précédente.

EXPÉRIENCE XXVI

I. Caisse et appareil à vide.

II. Réactifs : 1,8 gr. KCN commercial et de taux en cyanure

inconnu, dilués dans 3 cc. d'eau sont mis en présence de 2 cc. de $\text{SO}^4 \text{H}^2$ dilué dans 4 cc. d'eau, chauffés à 50° .

III. Température moyenne : 16 degrés.

IV. L'expérience porte sur des rats. 1 *E. norvegicus* de 150 gr.

Mort au bout de 2 minutes 40 secondes. Le rat reste 8 minutes dans l'atmosphère cyanhydrique.

V. L'autopsie ne présente rien de particulier.

VI. Rendement :

a) Quantité théorique : 2 gr. HCN par mc.

b) Quantité pratique : 1,21 gr. HCN par mc.

c) Rendement : $\frac{1}{1,9}$

B. — EXPERIENCES PORTANT SUR LE RENDEMENT DES CYANURES

EXPÉRIENCE XIV

I. Caisse et appareil à vide.

II. Réactifs : 1,8 gr. KCN offic. dans 3 cc. d'eau.

2 cc. $\text{SO}^4 \text{H}^2$ dans 4 cc. d'eau, portés à la température de 50° environ. A un certain moment, il a atteint l'ébullition.

III. Température moyenne : 12 degrés.

IV. La prise a été faite 22 minutes après le début de l'expérience.

V. Rendement :

a) Quantité théorique : 2,53 gr. HCN par mc.

b) Quantité pratique : 1,14 gr. HCN par mc.

c) Rendement : $\frac{1}{2,21}$

1. Groupes de quatre expériences tendant à la recherche d'un coefficient moyen de rendement en employant un cyanure officinal à 85 0/0 et une méthode très voisine de celle de Lutrario ; dans un temps court : 3 minutes et demi.

EXPÉRIENCE XV

I. Caisse et appareil à vide.

II. Réactifs : a) 1,8 gr. KCN dans 3 cc. d'eau.

b) 2 cc. $\text{SO}^4 \text{H}^2$ dans 4 cc. d'eau portés à 50° .

III. Température moyenne : 15° .

IV. Prise au bout de 3 minutes 30".

V. Rendement :

a) Quantité théorique : 2,53 gr. par mc.

b) Quantité pratique : 1,40 gr. par mc.

c) Rendement : $\frac{1}{1,8}$

N. B. — La prise a été imparfaite.

EXPÉRIENCE XVI

I, II, III et IV dans les mêmes conditions que pour la précédente.

V. Rendement :

Quantité théorique : 2,53 gr. par mc.

Quantité pratique : 1,54 gr. par mc.

Rendement : $\frac{1}{1,64}$

EXPÉRIENCE XVII

I, II, III et IV identiques.

V. Rendement :

Quantité théorique : 2,53 gr. par mc.

Quantité pratique : 1,54 gr. par mc.

Rendement : $\frac{1}{1,64}$

EXPÉRIENCE XVIII

I, II, III et IV identiques.

V. Rendement :

Quantité théorique : 2,53 gr. par mc.

Quantité pratique : 1,54 gr. par mc.

Rendement : $\frac{1}{1,64}$

Remarque. — Il est donc possible, dans ces conditions, d'obtenir un rendement moyen constant.

2. Groupe de cinq expériences tendant à la recherche d'un coefficient moyen de rendement, en employant des cyanures commerciaux non dosés et des conditions très voisines de celles de Lutrario, dans un temps court, soit 3 minutes 30 secondes. Le taux inconnu est supposé en moyenne de 79 0,0.

EXPÉRIENCE XIX

I. Caisse et appareil à vide.

II. Réactifs : a) 1,8 gr. de KCN commercial de taux inconnu, dilués dans 3 cc. d'eau,

b) 2 cc. $\text{SO}^4 \text{H}^2$ dans 4 cc. H^2O , portés à 50°.

III. Température moyenne : 16 degrés.

IV. Prise au bout de 3 minuts 30".

V. Rendement : Quantité théorique : nous la calculons en prenant comme moyenne de concentration en cyanures : 79 0/0.

Quantité théorique : 2,3 gr. HCN par mc.

Quantité pratique : 1,64 gr. HCN par mc.

Rendement : $\frac{1}{1,4}$

EXPÉRIENCE XX

I, II et IV : mêmes conditions.

III. Température moyenne : 14° 5.

V. Rendement :

Quantité théorique : 2,30 gr. par mc.

Quantité pratique : 1,53 gr. par mc.

Rendement : $\frac{1}{1,5}$

EXPÉRIENCE XXI

I, II et IV mêmes conditions.

III. Température moyenne : 13°.

V. Rendement :

Quantité théorique : 2,30 gr. par mc.

Quantité pratique : 1,43 gr. par mc.

Rendement : $\frac{1}{1,6}$

EXPÉRIENCE XXII

I, II, III et IV : mêmes conditions.

V. Rendement :

Quantité théorique : 2,30 gr. par mc.

Quantité pratique : 1,24 gr. par mc.

Rendement : $\frac{1}{1,8}$

EXPÉRIENCE XXIII

I, II, III et IV : mêmes conditions.

V. Rendement :

Quantité théorique : 2,30 gr. par mc.

Quantité pratique : 1,26 gr. par mc.

Rendement : $\frac{1}{1,8}$

3. Groupe de trois expériences tendant à la recherche d'un coefficient moyen de rendement en employant un cyanure commercial non dosé. Méthode voisine de celle de Lutrario. Temps constant de 8 minutes avant la prise. Le taux inconnu est supposé en moyenne de 72 0/0.

EXPÉRIENCE XXVI

I. Caisse et appareil à vide.

II. Réactifs : mêmes conditions que précédemment.

III. Température : 16 degrés.

IV. Prise au bout de 8 minutes.

V. Rendement : des dosages nous ont montré la teneur variable des cyanures commerciaux en cyanure. Les chiffres ont varié de 37,6 0/0 à 78 0/0. Pour faciliter le calcul, nous avons donc pris un coefficient moyen de 72 0/0. Mais les chiffres donnés ne sont qu'approximatifs. Il est évident, toutefois, qu'ils représentent une moyenne dont on ne saurait ne pas tenir compte; lors des désinfections de bâtiments, les quantités de cyanure employés étant beaucoup plus considérables, la moyenne que nous avons choisie se trouve à très peu de chose près exacte.

Quantité théorique : 2,18 gr. par mc.

Quantité pratique : 1,21 gr. par mc.

Rendement : $\frac{1}{1,7}$

EXPÉRIENCE XXVII

I, II, III et IV : mêmes conditions.

V. Rendement :

Quantité théorique : 2,18 gr. par mc.

Quantité pratique : 1,35 gr. par mc.

Rendement : $\frac{1}{1,6}$

EXPÉRIENCE XXVIII

I, II, III et IV : mêmes conditions.

V. Rendement :

Quantité théorique : 2,18 gr. par mc.

Quantité pratique : 1,37 gr. par mc.

Rendement : $\frac{1}{1,6}$

4. Groupe de cinq expériences ayant le même but que les précédentes; elles ont été faites dans des conditions identiques, seule leur durée a varié : 10 minutes au lieu de 8. *Les blocs de cyanure employés dans chacune d'elles ont été auparavant dosés.*

EXPÉRIENCE XXIX

I. Caisse et appareil à vide.

II. Cyanure commercial à 77 0/0 : mêmes conditions que précédemment.

III. Température moyenne : 15 degrés.

IV. Prise à l'appareil à vide au bout de 10 minutes.

V. Rendement :

Quantité théorique : 2,32 gr. par mc.

Quantité pratique : 1,31 gr. par mc.

Rendement : $\frac{1}{1,7}$

EXPÉRIENCE XXX

I, III et IV : mêmes conditions.

II. Cyanure commercial à 67,6 0/0.

V. Rendement :

Quantité théorique : 1,90 par mc. environ.

Quantité pratique : 1,10 par mc. environ.

Rendement : $\frac{1}{1,7}$

EXPÉRIENCE XXXI

I, II et IV : mêmes conditions.

II. Cyanure commercial à 74 0/0.

V. Rendement :

Quantité théorique : 2,17 gr. par mc.

Quantité pratique : 1,28 gr. par mc.

Rendement : $\frac{1}{1,7}$

EXPÉRIENCES XXXII ET XXXIII

Les résultats ont été, à peu de choses près, les mêmes que dans la dernière expérience.

N. B. — C'est donc une stabilisation du rendement obtenu en tenant compte de la concentration des blocs en cyanure.

C. — EXPERIENCES PORTANT SUR LA NEUTRALISATION
DE L'ACIDE CYANHYDRIQUE

A) *Méthode du chlore et de la vapeur d'eau.*

EXPÉRIENCE IV

I. L'appareil est constitué dans son ensemble par la caisse, mais dans le plafond, à la partie toute postérieure et à gauche, est percé un orifice par où passe un tube à brôme. A l'intérieur, une cupule C, sous le tube. Il y a donc deux appareils symétriquement placés, l'un pour faire de l'HCN, l'autre pour faire du chlore. Le ventilateur a été supprimé et remplacé par un réchaud électrique.

Au tube de caoutchouc K sont adaptés et l'appareil à vide et le barboteur pour le premier temps.

Premier temps. On crée dans la caisse une atmosphère cyanhydrique suivant les moyens habituels. Ce qui concerne les réactifs, les animaux en expérience, le rendement a déjà été développé plus haut. Il nous reste à expliquer ici la partie chimique.

Au bout de 3 minutes 30'', on arrête la formation d'HCN en versant de la potasse sur le KCN par le tube qui sert à verser l' $\text{SO}^4 \text{H}^2$.

Second temps. On supprime en K les appareils de dosage pour les remplacer par un système qui permettra de mettre en évidence la présence d'HCN à l'intérieur de la caisse. Il est basé sur le même principe que le système établi pour le barboteur; de K part un tube de verre qui va aboutir à un flacon plein d'eau; lorsqu'on fera écou-

lier l'eau, un volume égal de l'atmosphère de la caisse sera entraîné, mais devra passer auparavant par un tube Θ qui contient une solution réactif de l'HCN.

Notre but, en effet, est de neutraliser l'HCN contenu dans la caisse; pour cela, nous formons d'abord du chlore au moyen du système déjà décrit : dans la cupule C_1 se trouve de l'hypochlorite sur quoi on fait tomber de l'acide chlorhydrique. Nous espérons former ainsi du chlorure de cyanogène suivant la réaction :



Troisième temps. Nous cherchons à neutraliser le chlorure de cyanogène par la présence de vapeur d'eau. Et le réchaud électrique remplaçant le ventilateur, nous le mettons en marche; il doit porter à l'ébullition de l'eau contenue dans une cupule. On doit avoir, en effet :



Cet HOCN est de l'acide cyanique, non toxique.

Résultats. L'HCN n'a été neutralisé en aucune façon. Pendant ces temps, nous avons ouvert à plusieurs reprises les robinets R, ρ et ρ_1 . De cette façon, une partie de l'atmosphère de la caisse venait se mettre en contact avec une solution d'iodure d'argent contenue dans Θ . L'HCN a, chaque fois, été mis en évidence, la solution s'éclaircissait et ni l'acide chlorhydrique ni l'acide cyanique ne sont capables de produire semblable réaction.

Ce procédé est donc inutilisable.

EXPÉRIENCE XXIV

1. Caisse et appareil à vide. Par un trou percé dans le panneau gauche de la caisse passe un tube en verre qui aboutit à un ballon contenant une solution de formol du commerce au 1/3.

Premier temps. On crée dans la caisse une atmosphère cyanhydrique, par le procédé ordinaire. Au bout de 10 minutes, on arrête la formation d'HCN par une solution de potasse. Puis on fait une prise à l'appareil à vide : le dosage révèle 1,06 gr. d'HCN par mc.

Second temps. En chauffant la solution de formol, on fait se dégager des vapeurs qui vont se rendre dans la caisse. On laisse le contact entre vapeurs de formol et HCN pendant une heure, de manière à ce que la réaction décrite par Roca ait le temps de se faire. A ce moment, seconde prise à l'appareil à vide d'un échantillon de l'atmosphère. Le dosage n'y révèle plus que des traces infimes d'HCN.

II. Introduction d'une souris blanche dans la caisse. Elle y passe la nuit; le lendemain, elle ne présentait aucun trouble. Il se dégageait cependant de la caisse une forte odeur de formol.

EXPÉRIENCE XXV

Mêmes conditions que dans l'expérience XXIV. Mais nous ne laissons le formol agir que 50 minutes avant de faire la seconde prise d'atmosphère.

Premier dosage : 1,43 gr. HCN par mc.

Second dosage : 0,37 gr. HCN par mc.

Un coussin est resté dans la caisse pendant toute l'expérience. Une souris blanche passe 4 heures dans le coussin sans être incommodée.

Par du cyanure, nous formons à l'intérieur de la caisse une atmosphère cyanhydrique à une concentration de 2,43 gr. HCN par mc. C'est celle habituellement employée dans les désinfections maritimes.

D. — EXPERIENCES SUR LA PENETRABILITE DE L'HCN

A) *Absorption de l'HCN par l'eau de mer.*

Le dosage de l'HCN dans l'eau (/35 gr. NaCl/1000/) donne 4,5 milligrammes par litre.

Conclusion. — La quantité d'HCN que l'eau des cales pourra mettre en liberté sera infime.

B) *Absorption de l'HCN par les coussins propres et sales.*

EXPÉRIENCE VII

I. Caisse et appareil à vide.

II. Réactifs :

a) 5 gr. KCN offic. dans 45 cc. d'eau.

b) 5 cc. $\text{SO}^4 \text{H}^2$ dilués dans 45 cc. d'eau et portés à 35°.

III. La température a varié de 13 à 16 degrés pendant la durée de l'expérience.

IV. Un coussin de laine propre reste une heure dans une atmosphère à 4,32 gr. HCN par mc. On le ventile ensuite pendant 2 heures. Puis battage, puis aération 2 heures et demie.

Une souris blanche est roulée dans le coussin et passe toute la nuit dans la caisse, où persiste une odeur d'amande amère. Le lendemain, elle est retrouvée vivante et ne présente aucun trouble.

V. Rendement :

Quantité théorique : 1,765 gr. HCN dans la caisse.

Quantité pratique : 1,008 gr. HCN dans la caisse.

Rendement : $\frac{1}{1,76}$

EXPÉRIENCE VIII

On crée dans la caisse une atmosphère cyanhydrique de manière à obtenir une concentration de 2,5 gr. HCN par mc. Un coussin propre de crin végétal y reste une heure et 20 minutes. Ventilation, 1 heure 20 minutes : il ne sent presque plus l'HCN dès ce moment. Aération, 2 heures 30 minutes, enfin battage. On place alors comme animal témoin une souris blanche dans les mêmes conditions que dans l'expérience VII. Elle ne présente aucun trouble.

EXPÉRIENCE IX

Dans des conditions identiques, on introduit dans la caisse un coussin de plume sale. Il y reste une heure, ventilation plus d'une heure, puis battage. La souris ne présente cette fois aucun symptôme.

D. — Critique des expériences et conclusions.

Le résultat de ces expériences nous permet de formuler un certain nombre de conclusions aux questions posées au début de ce chapitre.

a) LES RATS

1. Il faut admettre qu'un certain nombre d'entre eux offrent vis-à-vis de l'HCN une grande résistance. Par exemple, à une concentration de 11 grammes par mètre cube, les plus petits ont résisté 6 minutes (Exp. II) : il a fallu 13 minutes pour amener la mort d'un petit rat à la concentration de 4 grammes.

(Exp. I). Ces temps sont courts, évidemment, mais ces proportions d'HCN ne sont jamais atteintes dans les dératisations. Et le danger qu'elles représentent ne permet pas de les utiliser.

Un second fait est mis en évidence : les fortes concentrations ne tuent pas beaucoup plus rapidement que les faibles concentrations prolongées. Ainsi, les rats les plus petits ont été tués en 13 minutes par 0,23 par mètre cube (Exp. III). Et cela nous semble un critérium sur lequel on peut se baser, les rats étant d'autant plus résistants que leurs dimensions sont plus faibles, si paradoxal que cela paraisse. Il est, de plus, tout à fait vraisemblable qu'il y a aussi une marge assez étendue de résistance individuelle.

On doit considérer, d'une manière générale, qu'un gros rat meurt en 4 minutes, un petit en 13 minutes, à la dose de 1,50 grammes HCN par mètre cube. Et en pratique, il est sage de prolonger une désinfection, plutôt que d'essayer d'agir brutalement en opérant avec des doses massives.

2. L'HCN tue bien les rats. Si on les prend au moment où ils ont encore quelques apparences de vie, qu'on les réchauffe, qu'on pratique massage cardiaque, respiration artificielle, que l'on donne ammoniacque et O en abondance, ils meurent malgré les soins (Exp. II et III).

Si on les enlève à l'atmosphère toxique lorsqu'ils respirent, que le cœur bat bien, ils présentent d'abord une amplification du rythme respiratoire, mais la survie est de courte durée : 5 minutes (Exp. VI) et 15 minutes (Exp. V).

3. Si les petits rats résistent mieux que les gros, les *E. norvegicus* résistent beaucoup mieux que les rats blancs.

4. D'une façon générale, il faut considérer que la mort se produit en trois temps, surtout bien marqués chez les rats blancs.

I. Troubles de l'équilibre (démarche ébrieuse, oscillations sur les pattes de derrière), suivis de chute.

II. Contractures généralisées, mais surtout accentuées au train postérieur.

III. Troubles respiratoires, rythme respiratoire lent, inspi-

rations profondes, puis apnée ; pendant un temps court, le cœur bat encore, enfin la mort survient.

C'est là un tableau d'ensemble, mais il y a quelques variantes. L'un des temps est souvent très marqué, les autres plus ou moins effacés. Les doses fortes raccourcissent les trois temps en accentuant le premier, le troisième n'existe presque plus.

Nous pensons, avec Souto-Beavis, que les rats meurent par un phénomène d'inhibition bulbaire. Cela est, d'ailleurs, d'autant plus vraisemblable qu'HCN tue les animaux dépourvus de globules rouges ou insensibles aux poisons du sang. Mais nous remarquons que les phénomènes nerveux sont surtout accentués lorsqu'on a affaire à des doses massives d'HCN. La cyanhémoglobine se met facilement en évidence dans les intoxications par ingestion ou injection de cyanures. Nous ne l'avons pas trouvée dans le sang des rats que nous avons tués. Peut-être la combinaison n'a-t-elle pas le temps de se faire dans ces morts rapides. Il conviendrait de faire des examens spectroscopiques chez des animaux morts lentement d'intoxication cyanhydrique par inhalation, en les soumettant à des atmosphères de concentration infime, par exemple.

5. Les signes cardinaux trouvés à l'autopsie sont les suivants :

I. Le cœur est décoloré, feuille morte.

II. Les poumons présentent une congestion intense.

III. Il existe une congestion méningo-encéphalitique diffuse ; dans toutes nos autopsies, nous avons trouvé une hémorragie sus-cérébelleuse ; dans trois cas seulement, elle était moins marquée, et c'était chez des rats blancs.

Secondairement, on observe que le système porte est très engorgé. Le foie, souvent congestionné, présente une coloration anormale, le rein est parfois congestionné.

b) LES PUCES

1. Les puces présentent avant les rats le phénomène de la mort apparente.

2. Leur résistance est proportionnelle à la protection dont on les entoure. L'expérience XIII ne laisse pas d'être impressionnante. A une concentration inférieure à celles habituellement employées (1,54 gr. par mc.) des puces sont placées dans un tube de 10 centimètres de longueur, protégées de chaque côté par des tampons de 3 centimètres. Elles meurent au bout de 8 minutes. L'HCN tue donc les puces.

3. Nous avons contre cela un fait, mais les circonstances de l'expérience en font un argument de bien peu de poids. Des puces soumises à une concentration de 2,43 gr. par mc. ne sont pas mortes. On les a retirées après qu'elles étaient demeurées 4 minutes dans cette atmosphère ; or, à ce moment, le rat blanc n'était pas mort. Et nous savons que si le rat blanc est moins résistant qu'*E. norvegicus*, les puces le sont à peine moins. Dans de telles conditions, il est infiniment vraisemblable qu'un *E. norvegicus* n'aurait pas été tué : rien de surprenant à ce que les puces aient résisté.

Il importe aussi de retenir qu'immobilisation ne signifie pas mort. Autre argument, nous avons vu la très grande importance du coefficient temps. D'une manière générale, pour être certain de la mort des puces, il faut les soumettre à l'atmosphère cyanhydrique un temps double de celui qu'elles mettent à s'y immobiliser absolument.

De tous ces faits, nous concluons que dans les conditions habituelles de dératisation, étant données et la concentration appliquée et la durée de la désinfection, les puces sont tuées dans des proportions aussi fortes que les rats.

c) LA TECHNIQUE

A) Mode d'emploi des cyanures

1. Il ne doit pas être employé pur (Exp. IV).
2. Il ne doit pas être employé froid (Exp. IV).
3. Avec un cyanure officinal à 85 0/0 et une bonne technique, on peut obtenir aux températures ordinaires un rendement constant qui est : $\frac{1}{1,65}$

4. L'emploi des cyanures industriels est possible sous certaines réserves.

a) L'emploi d'un bloc isolé de cyanure industriel aboutit à des mécomptes, car on ne connaît pas son titre en cyanure ; il faut donc s'adresser à plusieurs blocs compilés dont on prendra le titre moyen. Cela est très facile, du fait de la très grande solubilité des cyanures. Les blocs formeront une solution homogène dont le titrage sera commode ; et généralement, on peut considérer que, dans l'ensemble, une solution faite avec plusieurs blocs représente en cyanure 72 0/0 du poids de KCN mis en œuvre.

b) Ces cyanures ne sont pas à rejeter du fait de leur concentration moindre : le rendement baissera mais pas dans des proportions telles qu'ils ne soient pas utilisables. On peut compter sur un rendement de : $\frac{1}{1,57}$ (Exp. XXIX, XXX, XXXI, XXXII et XXXIII).

En langage plus clair, si on utilise par mètre cube de local 5 gr. de KCN officinal, on pourra compter sur une atmosphère riche de 1 gr. HCN par mc. Une atmosphère homogène à 1/1000 appliquée une heure donne une sérieuse désinfection.

c) Les cyanures ne doivent pas être trop dilués : les solutions saturées donnent les résultats les meilleurs (Exp. I et II).

En résumé, plusieurs blocs de cyanure seront broyés, pesés, puis dissous dans un volume d'eau minimum (en général ajouter autant de cc. d'eau qu'il y avait de grammes de cyanure). A 10 grammes de cette solution homogène correspondra 1 gramme d'HCN.

B) Mode d'emploi de l'acide

1. Il ne doit pas être employé pur (Exp. IV).

2. Il importe de ne pas l'employer à sec (Exp. IV).

3. Il doit être chauffé, mais à une température ne dépassant pas 50 degrés ; la réaction se passe mal à des températures trop basses (inférieures à 20 degrés) ou trop élevées (supérieures à 50 degrés). (Exp. XXI et XXII.)

4. Il doit être dilué, mais pas trop : dans un volume d'eau double du sien.

5. Il faut employer une quantité d'acide au moins égale en centicubes, au poids en grammes de cyanure employé, et la proportion la meilleure est : 10 centicubes d' $\text{SO}^4 \text{H}^2$ pour 9 grammes de KCN.

La réaction entre cyanure et acide est donc assez susceptible, et si l'on veut obtenir de bons rendements, il convient de suivre une bonne technique.

On procédera ainsi pour une désinfection : Préparation de la solution de cyanure comme nous l'avons indiqué. Pour l' $\text{SO}^4 \text{H}^2$, on pourra ne pas le chauffer si l'on procède ainsi : On verse très doucement l'eau sur l'acide en faisant couler l'eau le long d'un plan très incliné; le contact se fait ainsi sans brutalité, et l'on évite les projections toujours à redouter par ce procédé très peu chimique; mais si l'on prend des précautions suffisantes l'acide et l'eau mélangés sont à la température optima pour la réaction; il est évident que ce mélange doit se faire au moment même de la désinfection. Il faut veiller à ce que les solutions de cyanure et d'acide puissent être en contact parfait, et l'emploi de cupules à grand rayon de courbure, donc à fond légèrement concave, nous paraît très recommandable si l'on veut éviter de mauvais rendements (Exp. XII). La température extérieure ne paraît pas avoir une influence considérable; il vaut mieux, toutefois, qu'elle soit supérieure à 10 degrés. La réaction semble se faire plus rapidement lorsqu'elle augmente de 10 à 20 degrés.

Avec de telles conditions, la réaction se produit rapidement : elle est totale au bout de 8 minutes et le dosage du résidu ne révèle plus que des traces de cyanure. Voici le résultat d'un de ces dosages :

$\text{SO}^4 \text{H}^2$ en excès.....	0,6 gramme.
$\text{SO}^4 \text{K}^2$	1,32 gramme.
KCN :	traces perceptibles, pratiquement : 0

N. B. — Dosage sur résidu de la cupule placée dans la caisse (1/4 mc.).

En résumé, cyanure en solution concentrée et à froid, acide dilué dans son double volume d'eau et chauffé à 50 degrés, emploi d'une cupule qui assure un contact parfait des deux solutions homogènes : telles sont les conditions d'un bon rendement.

a) LES METHODES DE NEUTRALISATION

1. Cette méthode, qui consiste à former du chlorure de cyanogène, puis de l'acide cyanique, n'est qu'une réaction théorique. Pratiquement, elle est irréalisable dans les désinfections courantes. Elle ne présente, du reste, qu'un intérêt spéculatif, l'introduction de chlore ne paraissant pas très recommandable à bord des bâtiments.

2. *La méthode de Roca est, en revanche, une méthode de neutralisation qu'on ne saurait négliger (Exp. XXIV et XXV).*

Elle présente trois sérieux avantages :

I. *Elle supprime, en fait, le danger de l'HCN pour l'homme.*

II. *Elle complète l'action parasiticide de l'HCN, car le formol tue les puces. (Loir et Legangeux : la lutte contre les rats. Arch. méd. chir. Normandie).*

III. *Elle parfait la désinfection, car le formol est un désinfectant puissant, et il parait immédiatement qu'il y a de nombreux cas où il est utile de tuer à bord non seulement les rats et les insectes, mais encore les germes, source bien souvent de contamination.*

e) L'ABSORPTION DE L'ACIDE CYANHYDRIQUE

1. Les coussins de laine en retiennent une certaine quantité. Mais battage et aération sont des précautions suffisantes pour éviter tout danger, même s'il y persiste une légère odeur d'amande amère, puisque, dans de telles conditions, une souris blanche, animal beaucoup plus sensible que l'homme, ne présente aucun signe d'intoxication (Exp. VII). Si les règlements américains sont suivis, ils ne sauraient, *a fortiori*, provo-

quer d'accidents, puisqu'ils ne sont remis en service que lorsqu'ils ne dégagent aucune odeur appréciable.

2. Ce qui a été dit pour la laine peut se répéter pour le crin, puisqu'il absorbe moins d'HCN (Exp. VIII).

3. Les coussins sales ne présentent pas plus de danger que les autres (Exp. IX).

4. L'eau des cales, par la faible quantité d'HCN qu'elle retient, ne saurait être un danger pour l'homme.

Il serait cependant désirable qu'on l'évacue le plus vivement possible après les désinfections.

TROISIÈME PARTIE

Vue d'ensemble. — Conclusions générales.

Il convient maintenant d'établir si l'acide cyanhydrique doit devenir, en matière maritime, le gaz d'emploi courant. Et d'abord, il serait fort désirable que le vœu émis par le Conseil supérieur d'hygiène soit suivi et que tous les navires soient désinfectés, au moins une fois tous les six mois. Par quel procédé ?

En temps ordinaire, c'est-à-dire lorsqu'un navire n'a pas été depuis longtemps « dératé » il peu, et c'est le cas le plus fréquent, n'être l'agent vecteur d'aucuns microbes capables de faire naître une épidémie. Dès ce moment cependant pullulent à bord rats et puces, et bien d'autres insectes, susceptibles de s'infecter à un instant ou à l'autre, et de contaminer les passagers : leur destruction s'impose donc.

Devra-t-on alors employer l'HCN. Certes, on obtiendra ainsi une désinsectisation ou tout au moins, insistons sur ce point, une désinfection parfaite. Mais nous avons vu de quel luxe de précautions on doit alors s'entourer. Qu'une seule d'entre elles soit négligée, il y a risque de mort pour l'homme. Et il ne convient certes pas de parer à l'inconvénient d'une cohabitation désagréable, voire répugnante, en mettant l'homme vis-à-vis d'un danger immédiat ; l'ignorance où nous sommes, en effet, de l'action exacte sur l'organisme de l'HCN ne nous permet pas de combattre les intoxications par une médication spécifique, et dans un grand nombre de cas, le soufre, tel qu'il est manié dans les appareils modernes, semble donner des garanties suffisantes pour la désinfection, tout en ménageant la vie des hommes.

Faisons toutefois quelques réserves : le soufre est loin de détruire *tous* les rats et *toutes* les puces. Et dans le cas où

ces hôtes indésirables se multiplient à bord de manière fâcheuse, la méthode HCN/chlorure de cyanogène est tout à fait indiquée. En effet, le pouvoir désinfectant du chlorure de cyanogène est plus grand encore que celui de l'HCN. Et ces méthodes conjointes assureront la destruction de presque toute la vermine du navire. Il a donc comme désinfectant des avantages au moins aussi grands que l'HCN employé seul.

Mais il y a surtout à retenir un fait d'une importance considérable, mis en valeur par les hygiénistes américains : ce mélange gazeux est lacrymogène et à des doses non toxiques. Son emploi restreint donc considérablement le danger, et pour les manipulateurs et pour les équipages. Cette méthode serait parfaite si elle n'était passible d'une objection, qui peut d'ailleurs être faite à toutes les méthodes aujourd'hui en usage.

Par désinfection, les hygiénistes comprennent surtout désinfectisation et dératisation, car la méthode HCN/chlorure de cyanogène n'est pas désinfectante, non plus que la chloropicrine ou le soufre. Par aucun de ces procédés, les microbes ne sont tués. Leur danger, cependant, est réel. Le cas de ce balayeur de cales mort de pneumonie pesteuse suffit à le prouver. Et il y a des cas où la *désinfection* s'impose, où il faut supprimer à bord tous les germes dangereux, lorsque le navire transporte des pesteux ou des malades atteints de typhus exanthématique, par exemple.

Quelle méthode de désinfection devons-nous alors envisager ? Il n'existe pas de désinfectant parfait, pratiquement utilisable, pas de substance capable de tuer radicalement : rats, puces, insectes et microbes. Il devient nécessaire de tourner la difficulté ; on n'y arrive que par un procédé complexe.

En effet, il existe des parasitocides, et nous avons à notre disposition des désinfectants.

Comme parasitocide, l'HCN se montre merveilleux. Mais il est dangereux. Pas pendant la désinfection même, où quelques élémentaires précautions suffisent, mais ensuite lorsque l'équi-

page doit réintégrer un bord dont l'atmosphère toxique sera plus ou moins bien chassée. Il apparaît donc que l'HCN pourra être utilisé, s'il est possible de le neutraliser secondairement dans l'enceinte où il a agi. Et l'alohydrisation de Roca est un procédé bien tentant par les qualités qu'il présente :

I. Il évite pour l'homme le danger de l'HCN, neutralisé dans une proportion toujours supérieure à 90 0/0.

II. Il parachève la désinsectisation faite par l'HCN, donnant ainsi une sécurité nouvelle.

III. Il désinfecte les locaux, les débarrassant des germes qui pullulent dans le navire.

IV. Enfin, il n'y aura pas à craindre une intoxication par le formol : une atmosphère chargée de ces vapeurs est nettement irrespirable.

Ainsi, la désinfection doit se faire en deux temps. Le premier (HCN) supprime les parasites. Le second, en écartant les dangers de l'HCN par neutralisation, assure la désinfection proprement dite par la destruction des germes.

Pratiquement, il faudra agir de la manière suivante :

I. Emploi d'un appareil de Gley Liston, qui évite la formation des poches, assure l'action de l'acide cyanhydrique dans les moindres recoins.

Dans cet appareil, on prépare l'HCN avec les précautions et la technique que nous avons indiquée. Il conviendrait d'atteindre une concentration de 1 gramme d'acide par mètre cube ; une atmosphère de 1/1000 sera dans tous les cas suffisante, si elle est uniformément appliquée.

Ce premier temps devra durer de une heure à une heure et demi.

II. Formolisation suivant la technique de Roca. Le ventilateur de l'appareil de Gley Liston pourra être utilisé pour assurer dans l'enceinte à désinfecter le contact intime du formol et de l'acide cyanhydrique. Ce second temps devra se prolonger deux heures, les réactions chimiques ne se faisant pas instantanément entre les corps en présence.

III. Le ventilateur de l'appareil va être mis en marche pour renouveler l'atmosphère, jusqu'à épuration.

Le prix de revient ne saurait être beaucoup plus élevé que celui d'une sulfuration. La durée totale de l'opération, dans la grande majorité des cas, ne dépassera pas six heures.

Des pareilles conditions ne sauraient paraître excessive, lorsqu'un danger de peste est menaçant.

CONCLUSIONS

De ces recherches personnelles, je conclus :

I. L'acide cyanhydrique est un dératisant et un désinsectisant parfait.

a) Dans aucun cas, je n'ai vu les rats résister plus de 13 minutes à son action, même lorsque les concentrations employées étaient bien inférieures aux concentrations courantes.

b) Les puces s'immobilisent — toutes conditions égales — avant la mort des rats ; mais leur résistance m'a toujours paru, sinon égale, du moins très peu inférieure à celle des *E. norvegicus*.

c) Mais pour obtenir ces résultats à bord des navires, il faut un appareil qui rende uniforme le mélange air/HCN ; il faut, en plus, une bonne technique dans la préparation du gaz toxique. L'appareil de Gley Liston facilite grandement la tâche en homogénéisant l'atmosphère. Il permet à tout instant le contrôle de la concentration.

II. Malgré son action remarquable, à cause des dangers qu'il présente pour l'homme, l'acide cyanhydrique *employé pur* ne saurait devenir d'un usage courant.

III. Mais associé ou neutralisé, le danger disparaît. Et les avantages sont si grands que le systématisme, jusqu'ici de mode en France, ne paraît plus justifié.

a) Dans les désinfections courantes, le mélange gazeux acide cyanhydrique-chlorure de cyanogène assurera une désinfection parfaite. Peu coûteux, il ne détériore pas les objets, il ne présente pas de danger pour l'homme. Il a aussi l'avan-

tage de la rapidité que les compagnies maritimes ne sauraient négliger. Son emploi est vraiment digne de se généraliser.

b) A bord de tout navire contaminé ou même suspect, une désinfection complète s'impose. Elle se fera en deux temps : cyanhydrification, puis formolisation. Outre les sécurités qu'elle donnera aux hygiénistes, cette méthode réduit au minimum le danger pour l'homme ; ce danger ne sera jamais à redouter si l'on observe quelques élémentaires précautions.

VU : *Le Doyen,*
C. SIGALAS.

VU, BON A IMPRIMER :
Le Président,
H. MANDOUL.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER :
Bordeaux, le 16 Juillet 1925
Le Recteur de l'Académie,
F. DUMAS.

BIBLIOGRAPHIE

- ALDERSHOFF (H.). — Au sujet de l'emploi de l'acide cyanhydrique. *Tijdschrift voor social Hygiene*, juin 1919, p. 97.
- ALMASIO (P.). — L'— dans les services publics de désinfection. *Rivista di ingegneria sanitaria e di edilizia moderna*, 30 juillet 1921, p. 97.
- BAIL (O.). — Destruction de la vermine par l'—. *Gesundheits Ingenieur*, 1919, nos 3 et 4.
- BASTERT (M^{ll} C.). — Sur la suspension de l'intoxication par l'— au moyen de digalène ou de vératrine, et inversement. *Arch. néerl. de Physiol.*, La Haye, 1918, iii, pp. 213 à 221.
- BERTRAND et M^{me} ROSENBLATT. — Action toxique comparée de quelques substances volatiles sur divers insectes. *C. R. Acad. Sciences*, 5 mai 1921, p. 911.
- BONJEAN (Ed.). — Emploi de l'— pour la destruction des rats, des parasites et des insectes. *Rev. d'Hygiène*, août 1922, pp. 776 à 794.
- BOURKE (E.-A.). — Poisoning by prussic acid. *I. roy. army. med. corps*, Londres, 1913, XX, p. 293.
- BOVONE (V.). — Quelques recherches sur l'—. *Gior. d. r. Accad. di Med. di Torino*, 1904, pp. 658 à 667.
- BRUNI (N.). — Action de l'— sur le bacille de la peste. *L'Igiene moderna*, déc. 1922, p. 353.
- Cas d'empoisonnement par l'— gazeux. *Brit. M. J.*, London, 1916, ii, p. 464.
- CHELLE (L.). — Contribution à la toxicologie de l'—. Bordeaux, 1919.
- CHIO (M.). — Mécanisme d'action toxique de l'—. *Arch. ital. de Biol.* de Turin, 1914, p. 34.
- COHEN (B.). — Empoisonnement par l'— gazeux. *South. African M. Rec.*, Cape-Town, 1916, XIV, p. 35.

- CREEL (R.-H.), FAGET (F.-M.), et WRIGHTSON (W.-D.).— L'—, gaz d'usage pratique pour les fumigations. *Pub. Health. Rep.*, Washington, 1915, p. 3537.
- CREEL et SIMPSON. — Destruction des rongeurs sur les navires. In *Arch. méd. navale*, 1919, t. CVII, p. 77.
- DEGOUL. — Dératisation des navires. *Thèse de Bordeaux*, 1923.
- Désinfection d'un magasin de denrées alimentaires par l'—. In *Bulletin de l'Off. internat. Hygiène publ.*, 1923, p. 551.
- Désinfection par les vapeurs d'—. *Nederlandsch Tijdsch. v. Geneeskunde*, 1919, p. 1034.
- Destruction de la vermine à bord des navires. *U. nav. méd. Bull.*, in *Bull. de l'Off. internat. d'Hygiène publique*, 1924, p. 652.
- Emploi de l'— en prophylaxie maritime. *Arch. méd. navale*, 1920, t. CX, pp. 294 à 297.
- EWALD (W.). — Contribution à l'étude de l'action toxique de l'—. *Vrhtschr. f. gericht. med. Bull.*, 1907, p. 355.
- FILIPPINI (A.). — L'— dans la désinfection. *Annali d'Igiene*, juill. 1921, p. 419.
- FIORITO (G.). — Désinfection par l'—. *Annali di Med. nav. et col.*, sept.-oct. 1921. In *Arch. Méd. navale*, 1922, t. CXII, p. 89.
- FLU (P.-C.). — Mesures de prophylaxie anticholérique et antipésteuse aux Indes néerlandaises. In *Bull. Soc. Path. exotique*, 1924, n° 8, p. 703.
- Fumigation des navires par le procédé de Gley Liston. *Bull. de l'Off. internat. Hygiène publique*, 1923, p. 1243.
- GANASSINI. — Recherche toxicologique de l'—. *Bull. d. Soc. med. chir. di Pavia*, 1904, pp. 106 à 132.
- GLEYS LISTON (W.). — Note sur la fumigation par l'—. *Bull. de l'Off. internat. Hygiène publique*, 1919, p. 1327.
- GRÉGOIRE (E.). — Dératisation par les gaz asphyxiants de guerre. *Thèse de Paris*, 1922.
- GOLINI (O.). — Dératisation et désinfection des navires par l'—. In *Arch. Méd. navale*, 1921, t. CXI, p. 262.
- HETSCH. — Désinfection par les vapeurs d'—. In *Arch. Méd. nav.* 1919, t. CVII, p. 468.
- HILL (R.). — Quelques problèmes d'hygiène navale. In *Arch. Méd. navale*, 1921, t. CXI, p. 260.

- Interdiction faite en Allemagne aux particuliers d'employer l'— pour la destruction des insectes. In *Bull. de l'Off. internat. Hygiène publique*, 1921, p. 638.
- JACOBY (M.). — Action de l'— sur les ferments et les bactéries. In *Bull. Inst. Pasteur*, 1919, p. 548.
- KEY-ÅBERG (A.). — Empoisonnement par l'— gazeux. *Allm. Svens. läkartidn.*, Stockolm, 1916, p. 1409.
- KELSCH (F.) et SEIFFERT (G.). — Intoxication professionnelle par l'—. In *Bull. de l'Off. internat. Hygiène publique*, 1924, p. 826.
- LAMBERT (S.-W.). — Empoisonnement par l'— gazeux. *Neurol. Bull.* New-York, 1919, XXIV, p. 56.
- LANDE (P.). — Etude expérimentale sur la réduction de l'oxyhémoglobine dans le sang au cours de l'asphyxie, et après divers genres de mort. *Travaux scientifiques*, Bordeaux, 1923.
- LAPORTE (M.). — Sur la désinfection et la désinsectisation des locaux au moyen de l'—. *Arch. méd. et pharm. militaires*, 1919, n^{os} 10, 11, 12.
- LEHMANN (K.-B.). — Emploi de l'— pour la destruction en masse de la vermine. In *Bull. de l'Off. internat. Hygiène publique*, 1921, p. 413.
- L'emploi de l'— pour la destruction de la vermine. *Gesundheits Ingenieur*, 1922, p. 227.
- Le rat. Arguments en faveur de son élimination et méthodes de destruction. *Publ. Health. Bull.*, juin 1919, n^o 103.
- LOIR et LEGANGNEUX. — La lutte contre les rats. *Archives médico-chirurgicales de Normandie*, 1920, n^{os} 5 et 6.
- LOPEZ (F.). — Etude expérimentale de l'— comme insecticide. *Journal de l'Ecole de médecine de Mexico*, 1904, p. 121.
- LUBSEN (C.), SALTET (H.) et WOLFF (L.-K.). — Au sujet de l'emploi de l'— pour la destruction des insectes. *Nederlandsch. Tijdsch. v. Geneeskunde*, 1920, p. 650.
- LUTRARIO. — Note sur l'emploi de l'— dans les services de prophylaxie. *Bull. de l'Off. internat. Hygiène publique*, 1920, pp. 484 à 492.
- Expériences sur la diffusibilité de l'— dans les locaux fermés et sur l'action de cet acide sur certaines marchandises. *Bull. de l'Off. internat. hygiène publique*, 1921, p. 367.
- Troisième note sur l'emploi de l'— gazeux dans les services de prophylaxie de l'administration sanitaire italienne. *Bull. de l'Off. internat. hygiène publique*, 1921, p. 494.

- MAC INTOSH (A. M.). — Un cas d'empoisonnement par l'— gazeux. *Med. J. Australia*, Sydney, 1917, p. 355.
- MARINI (C.). — Question des dangers que présente la dératisation au moyen de l'— gazeux. *L'Igiene moderna*, oct. 1921, p. 294.
- ORTEGA-NIETO (L.). — Désinfection des navires par l'—. In *Arch. méd. navale*, 1920, t. CIX, p. 379.
- PEPEU (F.). — Dangers que présentent la désinfection et la dératisation au moyen de l'— gazeux. *L'Igiene moderna*, juill. 1921, p. 200.
- PIERRET (R.) et DUHOT (E.). — L'intoxication cyanhydrique. *Echo de Médecine du Nord*, 1913, pp. 222 à 228.
- PIRAS (L.). — Expériences de désinfection et de dératisation au moyen de l'—. *L'Igiene moderna*, avril-mai 1921, pp. 101 à 129.
- Quelques considérations sur l'emploi de l'— et de ses dérivés avec références spéciales à la médecine internationale. In *Bull. de l'Off. internat. Hygiène publique*, 1924, p. 1314.
- RAUCH (H.). — La possibilité d'application de l'— gazeux pour la destruction de la vermine dans les locaux habités. *Gesundheits Ingenieur*, 1921, p. 245.
- RECHID KAYAL. — Prophylaxie de la peste par la destruction des insectes et des rongeurs. *Thèse de Paris*, 1902.
- REED (C.-I.). — Empoisonnement chronique par l'—. *Journ. lab. et clin. méd.*, Saint-Louis, 1919, pp. 512 à 514.
- Règlements quarentenaires* (quarantine laws and regulations of the U. S.), juin 1920.
- ROBERTS (N.), ROBERTSON (G.) et BEDDOE (A.). — Fumigation des navires par l'—. *U. S. nav. med. Bull.*, 1916, n° 2.
- ROCA. — Une méthode pour la neutralisation des vapeurs d'—. *Bull. de l'Off. internat. Hygiène publique*, 1922, p. 124.
- ROSENBLOOM (J.). — Sur un cas d'empoisonnement chronique par l'—. *Journ. lab. et clin. méd.*, Saint-Louis, 1922, p. 258.
- SCHOOFs (F.). — A propos d'intoxication par l'—. *Annales de médecine légale*, Paris, 1921, i pp. 237 à 239.
- SIGALAS (R.). — Le rat, réservoir de virus. *Thèse de Bordeaux*, 1920.
- SIMPSON. — Mesures de défense contre les rats. *U. S. Pub. Health. Rep.*, 1913, II, p. 4.
- SKRAMLIK (E. von). — Au sujet du pouvoir désinfectant de l'—. *Centralblatt. für Bakteriologie*, 1919, p. 386.

- SOUTO BEAVIS. — L'— dans ses applications sanitaires. *Bull. de l'Off. internat. Hygiène publique*, 1922, p. 248.
- STOCK (P.-G.) et MONIER-WILLIAMS (G.-W.). — Rapport préliminaire sur l'emploi de l'— pour la désinfection. In *Bull. de l'Off. internat. Hygiène publique*, 1923, p. 1629.
- Sur l'emploi de l'— pour la destruction des rats et des parasites à bord des navires. In *Arch. méd. navale*, 1922, pp. 491 à 493.
- TEICHEMANN (E.) et NAGEL (W.). — Action bactéricide de l'—. In *Bull. de l'Off. internat. Hygiène publique*, 1921, p. 190.
- THOMAS (G.-R.). — Post mortem findings in two cases of hydrocyanic acid gas poisoning. *Lancet*, London, 1923, p. 1210.
- VAN DER MAEL (J.-P.). — Désinfection d'un magasin de denrées alimentaires par l'—. *Tijdschr. voor. social Hygiene*, 1923, p. 65.
- WAWRINSKY. — Note sur l'emploi en Suède de l'— dans les services d'hygiène des habitations. *Bull. de l'Off. internat. Hygiène publique*, 1921, p. 504.
- WILKES (G.). — Poisoning by prussic acid. *Lancet*, London, 1904, ii, p. 1058.
-

